



Universitat Politècnica de Catalunya

ETSAB- Escola Tècnica Superior d'Arquitectura

Departamento de Construcciones Arquitectónicas
Master universitario en Tecnología en la Arquitectura
Construcción arquitectónica - innovación tecnológica

BIM Y LAS REPERCUSIONES EN LA CALIDAD DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Análisis sobre la influencia de esta metodología en las etapas
del proceso constructivo.

Trabajo de Fin de Máster

Autor:

Arq. Ana María Martínez Torres

Tutor:

Dr. Arq. Jaume Avellaneda Díaz- Grande

Asesoría:

Arq. Ignasi Pérez Arnal

Barcelona, España
Octubre 2015

AGRADECIMIENTOS

A mi Familia, la base de mis principios.

A mi Esposo, por su apoyo y motivación incondicional.

A la MESCYT por permitir que profesionales de la República Dominicana tengan la oportunidad de vivir esta experiencia .

A Dr.Arq. Jaume Avellaneda Diaz por su dedicación y calidad profesional.

A Arq. Ignasi Pérez Arnal (BIM Academy) por su constante orientación, contribución y disponibilidad.

Al grupo de trabajo BIM del COAC a través del Arq. Pere Castelltort Sales por recibirme como una más del grupo y contribuir con la investigación del tema.

Gracias!

RESUMEN

A lo largo de este trabajo de investigación, consecuentemente, el trabajo final del máster, se exponen varios temas que abordan el desarrollo e innovación de los procesos de trabajo en el ámbito de la construcción y la gestión de los mismos. De igual forma, exponemos la identificación de las partes y los agentes que intervienen en el proceso constructivo, así como su evolución al implementar nuevas tecnologías y métodos más eficientes como lo es el BIM.

El BIM (Building Information Modeling como sus siglas en inglés y en castellano (Modelado para la Información de edificios) ha representado un cambio de paradigma en la industria de la arquitectura, ingenierías y construcción. Este modelo basado en emplear un alto nivel de información e interoperabilidad, de las diferentes partes y agentes de un proyecto, ha teniendo como resultado la eficiencia operativa y la disminución de errores. Así como, el estudio del impacto ambiental de las edificaciones, los análisis del ciclo de vida del edificio, entre otros.

Con esta investigación se pretende analizar situaciones comparativas en los métodos de trabajo tradicional y la implementación del BIM determinando así las posibles causas de la optimización en los procesos constructivos, mientras que se identifican los agentes que intervienen en estas actividades y directamente la influencia de éstos al momento de proyectar y desarrollar el proyecto. Con el fin de destacar las repercusiones positivas en las situaciones laborales cotidianas que presentan cierta ineficacia e ineficiencia en el sector de la construcción y cómo el BIM mejorará el desempeño de los agentes y sectores involucrados en el proyecto constructivo.

Palabras clave: Construcción, Innovación, Procesos constructivos BIM, Building Information Modeling, IPD Integrated Project Delivery.

CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

- ANTECEDENTES DEL TEMA	13
-AMBITO DE ESTUDIO	14
- OBJETIVOS GENERALES	15
- OBJETIVOS ESPECIFICOS	15

PRIMERA PARTE : LA CONSTRUCCIÓN Y LOS PROCESOS 17

CAPÍTULO 1 - ESTADO DEL ARTE - LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS	18
1.1 - CARACTERÍSTICAS GENERALES SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	
1.2 - ESTRUCTURA DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS	20
1.3 - AGENTES INVOLUCRADOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS	24
1.4 - DOCUMENTOS DE PROYECTO	25
CAPÍTULO 2 - DEBILIDADES DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS	26
2.1 - SISTEMA DE CONTRATACIÓN Y TRABAJO	
2.2 - CONCLUSIONES	29

SEGUNDA PARTE : EL BIM Y LOS PROCESOS 31

CAPÍTULO 3 - INTRODUCCIÓN AL BIM	
3.1 - BUILDING INFORMATION MODELING	32
3.2- ESTADO DEL ARTE	34
3.2.1- HERRAMIENTAS BIM	35
3.2.2- ESTÁNDARES BIM	36
3.2.3- CAPACIDAD Y MADUREZ BIM	37
3.3- INFLUENCIA DEL BIM EN LOS PROCESOS	40
CAPÍTULO 4 - IPD INTEGRATED PROJECT DELIVERY	42
4.2- EJECUCIÓN DE LOS PROCESOS IPD	44

TERCERA PARTE : EL BIM DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL AIC (ARQUITECTURA, INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN) 47

CAPÍTULO 5- EL POTENCIAL DEL BIM	48
5.1 - VALOR EN EL MERCADO GLOBAL	34
5.2 - VALOR EN LOS PROYECTOS COSNTRUCTIVOS	51
CAPÍTULO 6- CASOS DE EXITO	52
6.1 - EXPERIENCIAS PROFESIONALES	52
6.2 - PROYECTOS DESARROLLADOS	55

COMENTARIO FINAL 68

REFERENCIAS 70

INTRODUCCIÓN

■ ANTECEDENTES DEL TEMA

Conforme han pasado los años el sector de la construcción ha experimentado diferentes avances tecnológicos. El surgimiento o evolución de nuevas maquinarias, materiales, recursos, entre otros, también han dado paso a la presencia de nuevas áreas de trabajo.

El BIM es resultado de esta novedad, razón por la que hoy en día está siendo empleado en proyectos de gran y pequeña envergadura a nivel mundial. Al iniciar las investigaciones sobre este tema, en principio, se debía tener claro que era el BIM y que tan presente está en los trabajos de arquitectura e ingeniería. Tras conocer que más que una herramienta era un método de trabajo, resulta de gran interés comprender y analizar cuál es la importancia de este método en la construcción; Dónde repercute y cuáles son los beneficios de aplicarlo.

Esencialmente se determinó que el BIM es una metodología, basada en la representación de los procesos constructivos de manera digital, organizando las operaciones y actividades del proyecto. Estas, desarrolladas mediante una relación participativa y colaborativa de las diferentes partes y agentes involucrados, ofreciendo un alto nivel de información sobre el proyecto a través de herramientas digitales para la visualización del edificio, como el modelado 3D entre otros.

Actualmente existen un sin número de publicaciones sobre el BIM, en su mayoría enfocadas en los grandes mercados globales de las industrias del AIC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) y del mismo modo introduciendo esta metodología en mercados de economías emergentes, así como pequeñas y medianas empresas.

En la pasada edición del CONSTRUMAT Barcelona 19-23 de Mayo 2015 denominada Beyond Building Barcelona, hubo una presencia importante del tema BIM, y de cómo está esta metodología de trabajo, es la metodología a aplicar de ahora en adelante por los grandes beneficios que representa. Dentro de las investigaciones enfocadas en el tema, se pudo encontrar un sin número de publicaciones, artículos, páginas web, charlas, audiovisuales, revistas, libros, etc. En su mayoría en inglés, esto para poder tener un alcance global del tema.

Pero se encontró un libro en castellano escrito por (Fuentes G,B. 2014) denominado Impacto de BIM en el proceso Constructivo Español, donde trata el tema del BIM y cuál es la influencia en los procesos constructivos en España. Esta hace una pregunta interesante y desarrolla su libro en base a esto: “en una nueva oportunidad del resurgir económico repetirían el mismo modelo de gestión y de trabajo?” Ya que el tema de la crisis financiera que se presentó en España, afectó en gran medida al sector inmobiliario, es de gran interés ver que factores deben de cambiar para que el modelo de gestión de la construcción cambie y haya un mejor manejo y producción en este sentido.

A partir de todo esto, surge un interés por conocer más a fondo esta metodología del BIM, como se desarrolla y los resultados que ha presentado alrededor de la construcción y sus procesos.

“A PARTIR DEL 2016 UNA DIRECTIVA EUROPEA OBLIGA ADOPTAR EL BIM EN LOS PROYECTOS PÚBLICOS.”

Óscar Muñoz
Periódico La Vanguardia
23 Febrero 2015

ÁMBITO DE ESTUDIO

Desde que surge la metodología BIM se han desarrollado varias ramas del tema. En la actualidad el uso del BIM está enfocado para que sea un producto útil, para todas las personas involucradas en un proyecto constructivo. Es decir, por ejemplo, que el cliente que puede ser una persona o personas que no tengan formación en arquitectura, ingeniería o construcción tengan a su alcance, un recurso que les permita tener toda la información sobre el proyecto, expresado de manera legible y eficiente.

El BIM, se representa mediante modelos digitales 3D que contienen elementos dotados de información. Estos elementos en conjunto permiten la producción de gráficos, programaciones, esquemas, mediciones, planos, estudios de eficiencia energética, etc. Logrando mediante esto una “**construcción virtual**” del proyecto edificable.

Para fines de este trabajo nos centraremos en analizar la **eficiencia** que representa el uso del BIM en **los procesos constructivos**, basando la investigación en la capacidad de producción que ofrece. **Observar** cuales son las **repercusiones** que ha tenido esta **metodología de trabajo** en el **manejo y producción pertinente de información** para un edificio.



OBJETIVO GENERAL

Ofrecer una visión en la gestión de los procesos constructivos, organización y ejecución. Determinar los errores y luego ver la influencia de la tecnología BIM y las repercusiones sobre estos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Sobre los procesos de la construcción :

- Entender las diferentes fases a las que se ve sometido el proyecto edificable mediante el análisis del flujo de trabajo y método de ejecución.
- Analizar el desarrollo del proyecto constructivo a través de los agentes que intervienen y la interoperabilidad que presentan y la respuesta ante el BIM.
- Resaltar la importancia del recurso humano empleado en la construcción para el correcto funcionamiento de los procesos y el intercambio y producción de información.

Sobre el BIM:

- Hacer una introducción y definición de conceptos básicos para lograr la familiarización con el tema dentro del ámbito de los procesos constructivos.
- Mostrar la eficiencia que aporta el BIM a las actividades de la construcción y promover la adopción de esta metodología de trabajo para lograr los resultados óptimos.

PRIMERA PARTE

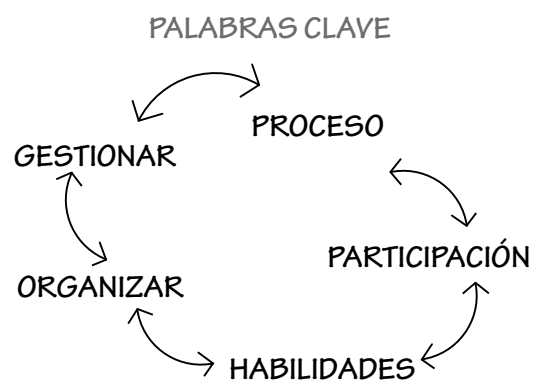
LA CONSTRUCCIÓN Y LOS PROCESOS

“La creación de un edificio se puede entender como un proceso; un proceso que requiere la participación de diferentes personas que utilizan una serie de habilidades para organizar, gestionar y resolver cuestiones conflictivas”. (Tunstall 2009).

A partir de esta reflexión se resaltan varias palabras que serán, la clave para entender el desarrollo del tema sobre los procesos constructivos : **proceso, participación, habilidades, organizar, gestionar**. Es importante establecer que para concebir un proyecto constructivo se hace mediante la integración y trabajo participativo de varios agentes.

Sin la correcta organización de los equipos de trabajo resultarían errores que afectan factores de tiempo, costes y efectividad del proyecto.

En esta primera parte del trabajo se hace una descripción sobre la construcción, los procesos y agentes que intervienen, el flujo de trabajo habitual y las debilidades que presenta el sistema de contratación tradicional.



1 - ESTADO DEL ARTE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

1.1 - CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

La construcción es una actividad productiva de gran influencia en el avance de la economía de un país. Asimismo, es una actividad que estimula el desarrollo y la evolución tecnológica en los diferentes sectores productivos. Es un sector que da respuesta a las exigencias de infraestructura de la sociedad, conduce a una gran oferta de empleos para profesionales y personas capacitadas en diferentes áreas empresariales, mano de obra cualificada y no cualificada.

(Fuentes Giner, B, 2014) Describe en su libro, características generales del sector de la construcción.

Características generales del sector de la construcción :

La finalidad última de la actividad de la construcción, como de cualquier actividad de producción económica se basa en la elaboración y acabado de un producto para su posterior venta en el mercado. Sin embargo en la actividad constructiva el propio mercado de la construcción tiene peculiaridades específicas que es necesario resaltar, pues condiciona la existencia, estructura y funcionamiento de la industria.

Características económicas :

La construcción es uno de los sectores productivos más importantes, complejos y voluminosos en cualquier país. Afecta a todos los sectores productivos de la economía:

Sector primario: Industrias extractivas (canteras y minerales)

Sector secundario: equipamiento, maquinaria, materiales procesados y manufacturados, empresas constructoras, etc.

Sector terciario: oficinas de arquitectura e ingeniería, agentes de propiedad, etc. Es una industria muy sensible al entorno en el que se desarrolla.

Características Sociales:

Es una industria que afecta directamente a derechos fundamentales de las personas:

- Derecho a una vivienda digna
- Derecho al trabajo
- Derecho a la preservación del medio ambiente

Su importancia social esta directamente relacionada con su importancia económica, ya que su actividad vertebrada dota a la sociedad de viviendas y espacios comunes con equipamientos para

*la comunidad, así como de las infraestructuras necesarias para garantizar un adecuado nivel de bienestar, en la rama industrial, de producción. **La heterogeneidad de actividades que se concentran en el sector de la construcción abre la posibilidad de absorber un gran volumen de mano de obra, desde la más cualificada a la muy poco cualificada.***

Características del Producto

Una de las características que más diferencian a la industria de la construcción de cualquier otra es el producto resultante de su actividad: el edificio o construcción.

Las características más distintivas del producto de la construcción frente al resto son :

-Unicidad, singularidad y heterogeneidad del producto, definida por la dificultad de encontrar productos finales similares

-Inmovilidad, lo que implica una selección cuidadosa de la localización a priori de la construcción.

-Elevado tiempo de producción /maduración del producto, que conlleva un alto grado de incertidumbre por los cambios que podrían suceder en dicho período y que pueden afectar el proceso, al resultado final de producción o a su comercialización.

- La existencia de multiplicidad de procesos constructivos alternativos para cada producto final, lo que implica la posibilidad de un sinnúmero de funciones de producción para cada bien terminado del sector.

-Elevada durabilidad y vida útil, característica que implica una serie de actividades de conservación y mantenimiento en el conjunto de la producción total, así como una necesidad importante de gestión de todo el ciclo de vida del producto.

-Complejidad, singularidad y particularidad de las demandas de la sociedad de productos personalizados, especialmente en el caso de la edificación residencial: tamaño, distribución, equipamiento, accesibilidad.

CONTINUACIÓN... 1.1- CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

La construcción de edificaciones, tal como describe Fuentes Giner, B, 2014a, es un sector altamente productivo, en este sector debe existir la preocupación para una producción sea eficiente. Esto requiere un adecuado uso de los medios y recursos que dispone el sector. Ya que es una actividad que afecta otros sectores productivos de la sociedad, la organización empresarial de la misma debe estar soportada por una amplia variedad de profesionales. Estos, serán capaces de esquematizar las actividades constructivas y coordinar en el tiempo requerido la ejecución de dichas tareas.

El producto de la construcción debe ser de alta calidad, respondiendo las necesidades, funciones y requisitos de la sociedad y de su entorno. Debido a que la construcción es una actividad en la que se agotan largos periodos de tiempo para lograr a cabo la edificación, esta se organiza mediante procesos constructivos.

Los procesos constructivos, reúnen mediante fases las diferentes actividades y tareas constructivas esquematizadas en el tiempo.

1.2 - ESTRUCTURA DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

*“Se define Proceso Constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar ” *.*

*Artículo Ingeniería Sin Fronteras en el marco del Programa de Afiliados de la Construpedia. El contenido pertenece a la publicación Tecnologías y Materiales de Construcción Para el Desarrollo (Cladera, A., Etxeberria, M., Schiess, I., Pérez, A.).www.construmatica.com

La propuesta para un proyecto constructivo edificable surge a través de una necesidad de infraestructura que padece la sociedad, empresa o un individuo.

Esa necesidad implica un número de requisitos, funciones y la utilidad que debe cumplir el edificio. Esto se materializa a través de la construcción.

Debido a la singularidad de la construcción, el proyecto debe ser gestionado de manera que pueda cumplir con las exigencias, requisitos y condiciones establecidas.

La gestión del proyecto se realizará mediante procesos constructivos. Para establecer un orden en estos procesos, desde la concepción del edificio hasta su finalización, podemos utilizar el siguiente esquema como ejemplo. Se pudiera decir que los procesos constructivos se dividen en tres modelos organizativos:

- Procesos previos a la construcción
- Procesos durante ejecución de la construcción
- Procesos posteriores a la construcción

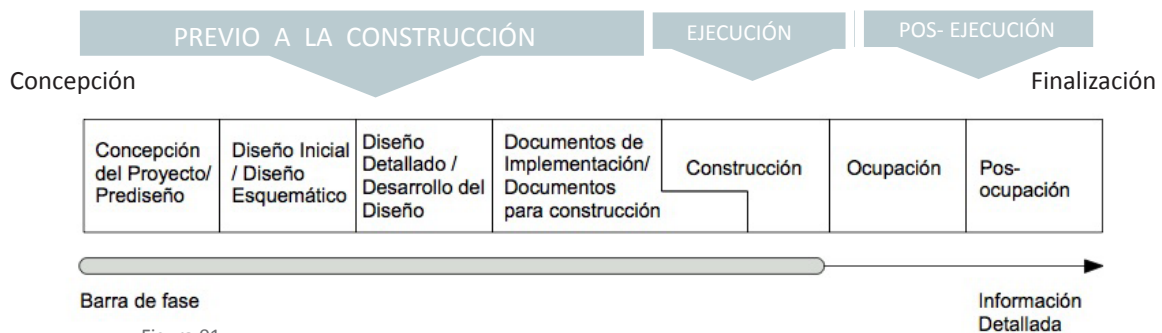


Figura 01

Fuente: Esquema del proyecto constructivo - Bim and Construction Management fig. 3.1 pág 90.

Dígramación: Autora TFM

Estos procesos caracterizan por una parte, aspectos de **la logística y gestión** y por otra parte la **ejecución del proyecto**. Dentro de estos modelos, se agrupan diferentes fases: **definición del proyecto, planificación, diseño y desarrollo, construcción y finalización**. Esas fases se utilizarán para agrupar otras sub-etapas que existen en los proyectos constructivos. Esto pudiera considerarse como orientativo para establecer el orden sucesivo en el proceso de edificación.

Basado en la interpretación del esquema del proyecto constructivo (Ver figura 01), se hace una división de las etapas representadas, dentro de las fases de la estructura general de los procesos constructivos:

1- Definición proyecto : Dentro de esta etapa a la concepción y desarrollo de las ideas iniciales del proyecto se inicia una investigación y se definen necesidades, condiciones, requisitos, lugar de emplazamiento, función, etc.

2- Planificación ,diseño y desarrollo : Dentro de esta etapa se produce la información para el proyecto. Surgen las primeras aproximaciones del diseño definitivo del proyecto, esquemas de formas, diseño inicial y diseño esquemático. Mediante el progreso de estos primeros pasos en la definición formal del proyecto se desarrolla el diseño detallado y se pasa a la documentación para implementar en el proyecto.

3- Construcción: Ya en esta etapa toda la documentación para la construcción esta desarrollada y definida para iniciar la etapa constructiva del proyecto. La mayoría de los documentos para la ejecución son definitivos, aunque en el proceso de obra existan detalles por definir.

4- Finalización : Ya terminada la etapa constructiva del edificio se da paso a detalles de terminación, establecer el mantenimiento de la edificación y orientación pos- ocupación.

ESTRUCTURA GENERAL DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS



FIG.02 Autora TFM

ETAPAS DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS



FIG.03 AUTORA TFM

Como se ha mencionado anteriormente cada proyecto tendrá un sistema de gestión y manejo de las actividades de manera diferente. Pero si deben llevar un orden que permita coordinar las actividades constructivas.

El RIBA (Royal Institute of British Architects) ha establecido el modelo organizativo de las actividades de diseño y construcción hasta entrega de llaves al cliente. Este esquema representa el flujo de trabajo adoptado:

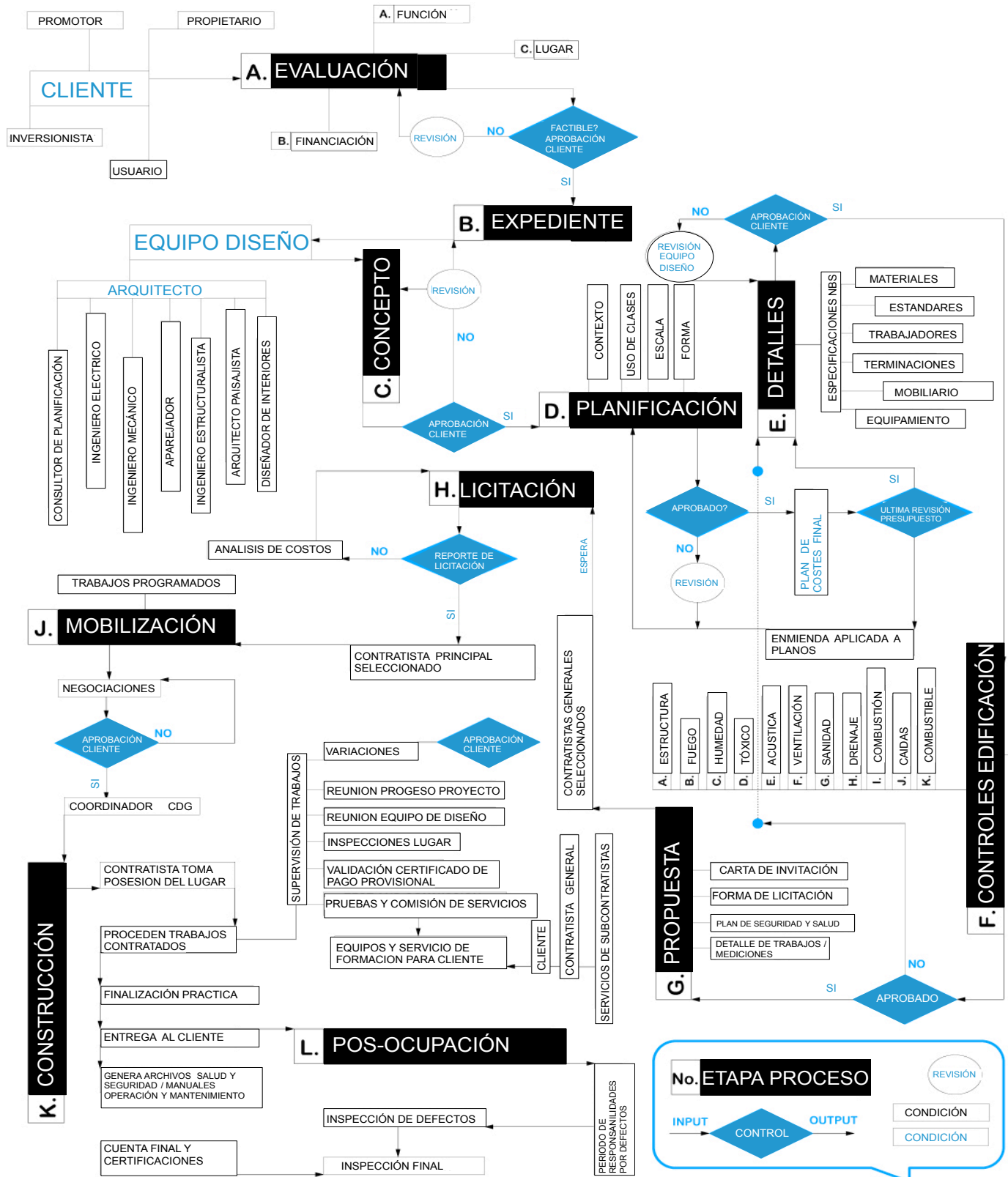


Figura 04

Fuente: WWW.WHATARCHITECTURE.COM // El proceso de diseño hasta girar la llave se configura como un diagrama de flujo de toma de decisiones. Basado en las etapas de trabajo establecidas por el RIBA 2003- 2007 // Traducción: Autora TFM

Este esquema de trabajo, se ramifica indicando los múltiples procesos, los agentes que intervienen, las actividades de desarrollo y de logística. A modo de ejemplo, se agrupa este flujo de trabajo dentro de las fases de los procesos constructivos.

Estos procesos y etapas son llevados a cabo mediante grupos de personas, que deben reunir en su formación profesional las capacidades y habilidades para resolver los conflictos que se presentan al momento de determinar las etapas del proyecto.



1.3 - AGENTES INVOLUCRADOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

La construcción como actividad socioeconómica requiere de la experiencia de personas con las capacidades necesarias, para cumplir todas las etapas que se presentan en los procesos.

(Tunstall, 2009a), Señala las partes, factores y etapas del proceso de edificación. Esto se utilizara como referencia para identificar los agentes involucrados en el proyecto y su organización:

Personas implicadas en el proceso de creación de un edificio se puede clasificar como sigue:

-Uno o varios clientes: Propietarios, representantes, comités, usuarios.

- Proyectistas: expertos en levantamientos, responsables de costes, arquitectos, ingenieros, tasadores, gestores, otros especialistas.

- Constructores: Gestores del proyecto, administración y finanzas, topógrafos, operarios, contratistas, subcontratistas.

- Autoridades: autoridades locales, servicio de bomberos, agencias medioambientales, inspección del trabajo, Policía, Ayuntamiento, Proveedores de servicios (suministros), Organismos gubernamentales, organismos de defensa del patrimonio,

Luego de identificar las personas implicadas (Tunstall 2009) Sugiere que procesos constructivos son trabajados por equipos de desarrollo, que se definen :

*El término “**equipo de desarrollo**” se utiliza para referirse a cualquiera que esté implicado en el proyecto de principio a fin;*

*el “**equipo de proyecto**” integra a los responsables del diseño y la preparación de los documentos de información para la ejecución;*

*y el “**equipo construcción**” lleva a cabo la obra en el solar.*

En los sistemas de contratación de proyecto y obra, estos dos últimos equipos se funden en uno, mientras que en el método tradicional están separados.

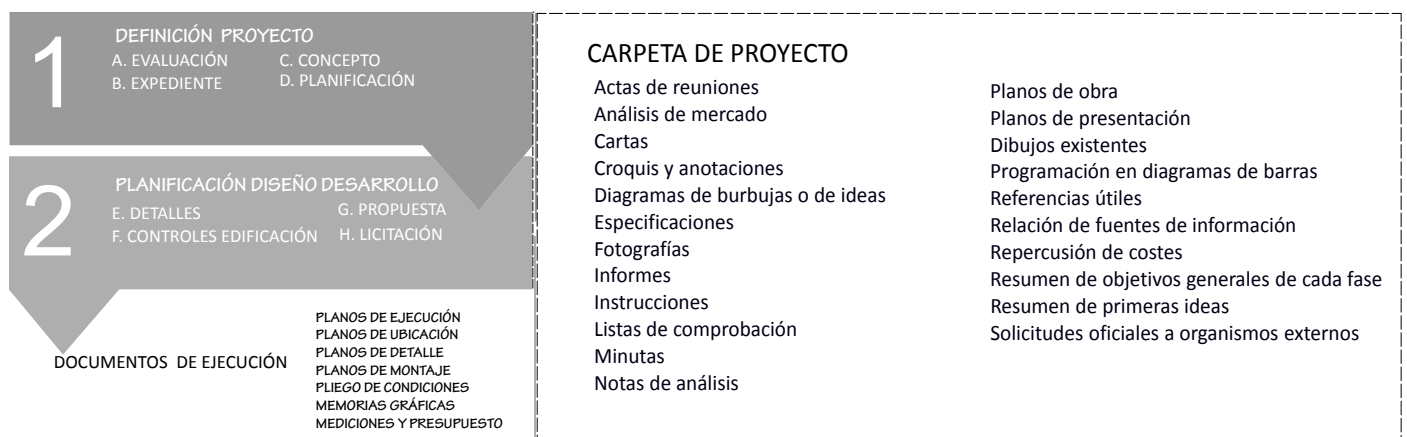
1.4 - DOCUMENTOS DE PROYECTO

Los documentos del proyecto son la base para la organización y ejecución de una obra, en estos documentos se reunirá toda la información pertinente del proyecto, se establecen todos los datos necesarios.

Es muy importante contar con una carpeta de proyecto amplia, para que cuando surja algún conflicto durante el proceso constructivo, exista documentación que establezca las condiciones administrativas, los plazos y las calidades que se deben respetar.

Las primeras fases del proyecto, previas a la construcción son las que determinaran la propuesta coherente para el desarrollo del edificio. Los documentos que derivan de esas fases serán los decisivos para la ejecución del proyecto. A partir de este punto, ya quedan establecidos los parámetros, especificaciones y condiciones que debe cumplir el edificio.

(Tunstall 2009) Un archivo de proyecto real puede contener muchos documentos triviales, cada uno de ellos con su importancia en la práctica:



Los planos de ejecución serán la base para el desarrollo de las propuestas, en las que intervienen otros agentes. *No se deben considerar como planos definitivos en ningún momento del proceso de elaboración de información porque, como ocurre con los croquis iniciales, se siguen haciendo cambios y ajustes mientras dura la construcción, incluso hasta el momento de la entrega del nuevo edificio al cliente.*

Por lo tanto se considera de importancia archivar juegos de planos de ejecución como garantía de la evolución del proyecto en cada fase. (Tunstall, 2009a) Los planos para la licitación o la ejecución de la obra y los que forman la documentación de la obra terminada representan otros tantos hitos en los que se pueden actualizar los planos de ejecución a fin de describir los objetivos para el edificio en cada momento.

2 - DEBILIDADES DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

2.1 - SISTEMA DE CONTRATACIÓN TRADICIONAL

Es importante entender que el método de trabajo mediante el cual se desarrollan los procesos constructivos, dependerán en gran medida en el método de contratación que elija el cliente. La contratación se establece dependiendo el tipo de proyecto, algunos proyectos requerirán de mas o menos agentes involucrados.

El sistema de contratación que elige el cliente será de gran importancia, ya que las informaciones producidas por los diferentes agentes, son el factor decisivo para la ejecución del proyecto. De esta manera poder reconocer y establecer, sobre cuales agentes recaen las responsabilidades de las diferentes actividades.

El siguiente esquema representa un **sistema de contratación tradicional** de diseño, oferta y construcción:

(Hardin, 2009a) El concepto básico detrás de esto es un proceso lineal. El cliente contrata con el arquitecto para desarrollar un programa y luego se desarrolla aún más el diseño usando los ingenieros mecánicos, eléctricos y de plomería. Después de que el diseño se ha solidificado, el proyecto pasa a la documentación de la construcción, con el entendimiento de que el equipo de diseño producirá documentación completa de construcción para el proyecto que luego se extenderán a un número de contratistas generales

SISTEMA DE CONTRATACIÓN DISEÑO- OFERTA- CONSTRUCCIÓN

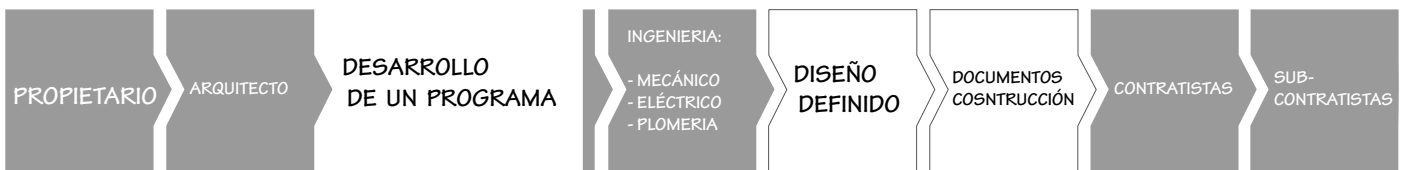


Figura 05

Fuente: BIM and Construction Management ,Brad Hardin 2009. Design Bid Build system.
Diagramación : Autora TFM

El papel del contratista general en este tipo de entrega es tomar los documentos y especificaciones y trabajar con subcontratistas para definir su ámbito correspondiente de trabajo y ofrecer una oferta por el proyecto. Utilizando las estimaciones de los subcontratistas, el contratista general luego elabora una oferta completa.

Las problemáticas en este tipo de contratación son las siguientes:

- Si al contratista se le ordena un estimado durante el proceso de documentación para la construcción, esto representa emplear mas tiempo en dibujar debido al analisis de costos.

- El sistema asume que lo más barato es lo mejor. Asumir esto puede ser correcto si se refiere al costo, esto no representa calidad para el proyecto.

-Usualmente en este tipo de contratación, el promover la competencia entre contratistas generales, se generara la mejor oferta de precio y no necesariamente la calidad de la oferta.

- El propietario se encuentra en riesgo por el contratista y los errores de diseño.

Es importante reconocer que aunque la estrategia de este método de contratación es lineal en el proceso, esto no significa que las dinámicas entre los agentes que participan deban considerarse lineal también.

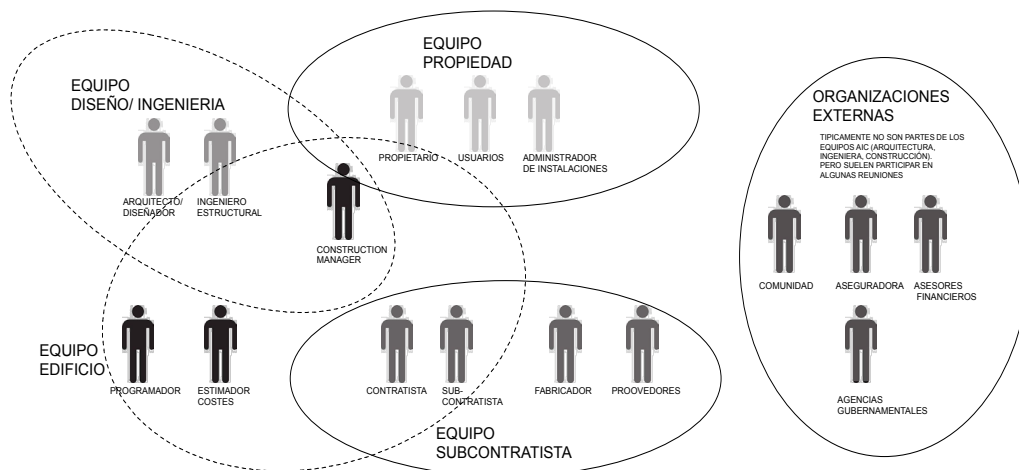
Esto es un sistema fragmentado de información y coordinación del proyecto ya que el cliente contrata al arquitecto para que realizar un diseño completo del proyecto, incluyendo dibujos, especificaciones y otros documentos como contratos de construcción. Luego de que los documentos del diseño son completados el propietario contrata al contratista para la construcción.

(Eastman, 2011a) Actualmente el proceso de entrega de los proyectos se mantiene fragmentada, y depende en medios de comunicación basados en papel. Los errores y omisiones en los documentos en papel causan imprevistos y costos de campo, retrasos y eventualmente demandas legales entre los diferentes agentes en el equipo del proyecto.

Debido a esta fragmentación que presenta el sistema de trabajo, se promueve en cierta medida el evitar riesgos entre los agentes que participan en el proyecto. Por tanto no hay participación colaborativa entre los equipos de trabajo. y se produce información desvinculada a partir de los documentos creados por el equipo de diseño.

El sistema de diseño oferta construcción es el más popular entre los proyectos de carácter público. Los requisitos del proyecto y los objetivos de diseño se definen, y un conjunto final de planos y especificaciones se producen con suficiente detalle para la licitación de la construcción.

Los diseñadores a menudo no llegan a los altos niveles de detalle para evitar problemas de responsabilidad en la construcción. Esto a menudo resulta en disputa con los contratistas cuando los errores y omisiones provocan costos de construcción inesperados.



Fuente 06: Eastman 2011, Diagrama conceptual que representa un equipo de proyecto AEC y los límites típicos de la organización.

Al ver el esquema *(Eastman 2011)* se reconoce que la participación desvinculada es en gran medida lo que genera la mayor cantidad de los problemas. El único agente que se mantiene en una relación con los demás agentes es el contratista general, mientras que el equipo de la propiedad, equipo diseño e ingeniería, equipo edificio y equipo subcontratista generan sus propias informaciones derivadas del proyecto. El contratista general es quien llevara las responsabilidades de ejecución.

En textos recogidos de (McGrawHill, IPD, 2009^a) y (AIA, AIA California Council, IPD, 2007), donde se hace un listado de factores ,del método tradicional de contratación, y como afectan directamente los procesos constructivos y las debilidades del mismo.

-La organización de los equipos de trabajo y desarrollo es jerárquica; no se integra a los demás agentes del proyecto constructivo, al menos que fuera necesario. De allí se derivan los primeros problemas de comunicación e integración del proyecto.

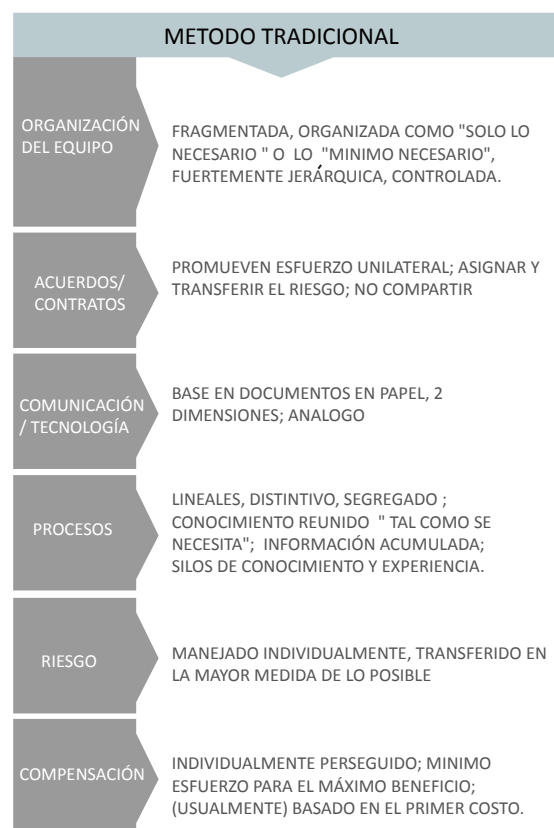
-Los contratos y acuerdos del proyecto promueven la “transferencia del riesgo”, donde las responsabilidades del proyecto se manejan de forma unilateral y no compartida. Asignando y transfiriendo el riesgo, desvinculando los agentes de sus obligaciones.

-La herramientas para la comunicación están basadas en papel, haciendo uso de las tecnologías 2D y limitando el acceso a las informaciones. Solo compartiendo documentos de proyecto cuando es estrictamente necesario.

Los procesos son segregados y fragmentados, el conocimiento del proyecto se reúne tal como se necesita de manera lineal.



Fuente: McGrawHill Construction 2009-IPD- Project Delivery Characteristics and Tools: Progression of Traditional, IPDish, and Pure IPD approaches.



Fuente: AIA American Institute of Architects 2007- Version 1 , Integrated Project Delivery: A guide

3- CONCLUSIONES

El sector de la construcción es un sector complejo y diverso. Los proyectos constructivos dependen de muchos factores para lograr un resultado óptimo y de calidad. Principalmente, es un sector condicionado por la capacidad de respuesta de los agentes involucrados :

-Las percepciones, capacidad y experiencias laborales de los profesionales, determinará en gran medida el rendimiento eficiente y resultado óptimo del proyecto. La organización, la ejecución, el mantenimiento y el posterior seguimiento a las actividades del edificio dependerán de la cualificación de las personas involucradas.

- Largos plazos de tiempo. “Una proyecto constructivo tiene una media de producción de 3 años” (Fuentes Giner, B, 2014a). Es un sector que para desarrollarse depende primordialmente de factores económicos, la ejecución de los proyectos van progresando conforme al presupuesto, la inversión financiera que haga el cliente o promotor condiciona los plazos de ejecución.

-El tiempo de ejecución del proyecto se ve afectada por condiciones climáticas. Al momento de realizar los estudios de lugar sobre el terreno y las particularidades que se puedan presentar , limitarán la capacidad del proyecto y condicionan el rendimiento de las tareas programadas.

-“Uno para todos, todos para uno”. El edificio se planifica, se desarrolla y se ejecuta bajo los lineamientos organizativos de varias disciplinas y profesiones, pero estas no parecen unificar los esfuerzos para trabajar de manera colaborativa para el mejor resultado del proyecto. Los agentes actúan de manera segregada y dispersa, manejando los documentos de proyecto con exclusividad y poca participación colaborativa.

- Disponibilidad de los productos, materiales y maquinarias de calidad. Para contribuir con la calidad del edificio, es recomendable que se empleen los materiales de última generación, maquinarias tecnológicas y productos eficientes con alto rendimiento para la construcción y mantenimiento del edificio.

- La calidad de los procesos.

“Pudiera parecerse la construcción a la industria manufacturera ,pero la industria manufacturera han manejado la gestión de la información y añadir valor al proceso “ (Fuentes Giner,B,2014a) .

La calidad del proyecto la define los procesos. Para solucionar las debilidades del proyecto y mejorar la calidad del resultado se debe tomar consideraciones con los procesos constructivos. Las preocupaciones por “asegurar el riesgo” en la obra son el factor que mas derivan fallos en los ciclos del edificio. La constante transferencia de responsabilidades sobre una actividad en la que se involucran varias agentes, generan las irregularidades , los fallos de tiempo, de costo, de presupuesto, de ejecución, etc. .

La cadena jerárquica con la que se desarrollan los procesos constructivos van transfiriendo el riesgo de las obras hasta el ultimo eslabón. No existe una preocupación por reducir o minimizar de forma colaborativa el riesgo. Con innovaciones tecnológicas como el BIM podremos ver la soluciones a muchos de estos factores. El Bim agrega valor a los procesos, tomando en cuenta las preocupaciones por los detalles y generando información sustancial para la correcta gestión de los proyecto.

SEGUNDA PARTE

BIM Y LA CONSTRUCCIÓN

En la primera parte quedaron establecidas las debilidades en los procesos constructivos. Identificamos agentes, situaciones y flujo de las actividades propias de la construcción , donde reinciden las problemáticas cotidianas de la práctica de arquitectura e ingenierías. Ahora vemos donde esta la influencia del BIM, identificar cual es el aporte y como el BIM resuelve las problemáticas que hemos visto.

4- INTRODUCCIÓN AL BIM

3.1 - BUILDING INFORMATION MODELING

Los recursos tecnológicos al momento de proyectar arquitectura han estado presente desde hace más de 50 años. Los diseños asistidos por ordenador datan desde los años 1960's. Hoy en día sin las adecuadas herramientas digitales, resultaría prácticamente imposible generar toda la información que conlleva un proyecto constructivo. Los requisitos de tiempo y programación que se exigen son cada vez mas competitivos.

El BIM no es un programa de ordenador, no es un software, no es una aplicación. Es un método de trabajo que mediante el uso de herramientas basadas en el modelado tridimensional de edificios se logra lo se denomina como "modelo de construcción virtual".

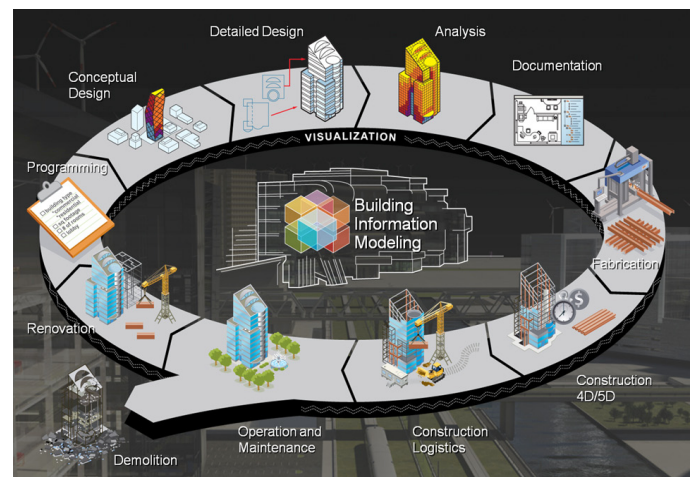
(Coloma,E, 2008a) BIM es el acrónimo de Building Information Modeling (modelado de la información del edificio).Se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar.

Esta información puede ser de tipo formal, pero también puede referirse a aspectos como los materiales empleados y sus calidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de los cerramientos, etc.

Building Information Modelling (BIM) es un conjunto de políticas, procesos y tecnologías interactivas (Succar, 2009a) las cuales generan una "metodología para gestionar el diseño del edificio y datos esenciales del proyecto en formato digital a lo largo del ciclo de vida del edificio "(Penttilä, 2006).

Esta definición es una de las decenas de intentos de delimitar el dominio BIM, que continúa su expansión en cobertura y en connotación. Es importante , si reconocemos el valor de BIM en la industria del Diseño, Construcción y Operaciones y estamos inclinados a favorecer su implementación de manera sistemática identificar estructuras de conocimiento de su dominio, sus dinámicas internas y sus requisitos de implementación.

(Eastman, C, 2011a) El BIM es uno de los desarrollos tecnológicos más prometedores en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AIC). Con la tecnología BIM, uno o mas modelos virtuales, precisos de un edificio, se construyen digitalmente. Estos sirven de apoyo para el diseño a través de sus fases, permitiendo mejor análisis y control que con los procesos manuales. Ya completados estos modelos generados por computadora , contienen geometría precisa y datos necesarios para apoyar la construcción, fabricación, y las actividades de adquisición a través del cual se realiza la construcción.



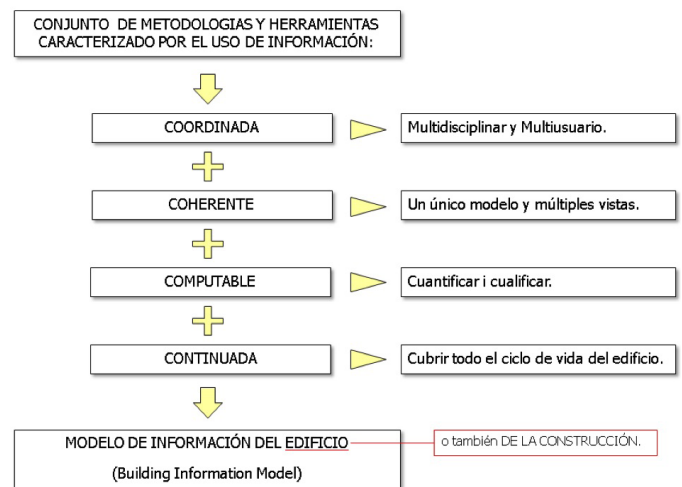
Fuente: Autodesk, Industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción
ciclo de vida del edificio, fases asistidas por el BIM.

El BIM es un método que maneja todos los aspectos del ciclo de vida del edificio. Este método pone especial interés en gestionar, todas las actividades del proyecto constructivo de manera colaborativa. Las herramientas que dotan el BIM, generan modelos digitales tridimensionales con características físicas y funcionales de una edificación. No se está tratando únicamente de visualizar el proyecto como una “maqueta digital”, estamos hablando de un modelo donde cada elemento que lo compone está dotado de atributos con informaciones sobre las condiciones físicas, de materialidad, de funcionalidad entre otras.

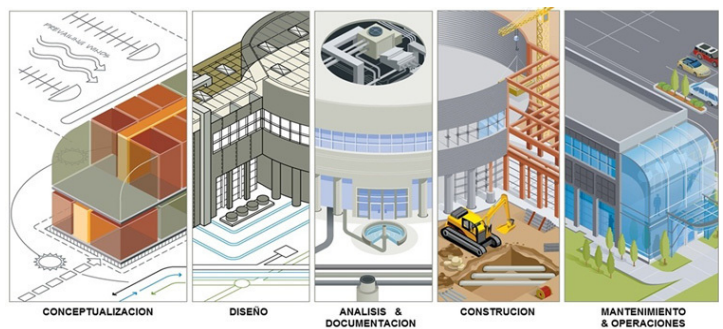
Todas las informaciones que se generan en el modelo BIM funcionan como la base de datos para el desarrollo del proyecto. A groso modo se puede decir que el modelo que se produce muestra con detalle y escurpulosamente lo que se va a construir. Esto permite que se puedan analizar todos los detalles previos a la construcción y solucionar las problemáticas que puedan surgir. Gracias al alto nivel de información que contiene el modelo, este también ahorra plazos de tiempo considerables al momento de las mediciones, al generar presupuestos y en la toma de decisiones en la obra.

En fin, plantea considerables mejoras en la experiencia previa a la construcción y durante la ejecución del proyecto, donde se podrán apreciar virtualmente situaciones o conflictos antes de iniciar la obra.

¿ QUE ES LA TECNOLOGÍA BIM ?



Fuente: Eloi Coloma 2008, Definir BIM, Model Representación y Vista.



Fuente: CYMPER, www.cymper.com, Conoces la tecnología BIM? 18/09/15

3.2- ESTADO DEL ARTE

Mediante el BIM podemos analizar las diferentes situaciones que se presenten en el proyecto constructivo, previo a su construcción y posteriores a la finalización. Para cada fase del proyecto constructivo, existen herramientas que colaboran al desarrollo y ejecución del mismo. Para poder desarrollar BIM como profesionales, primordialmente se quiere de la utilización de software con el potencial de visualización del proyecto, donde podamos simular mediante el modelado 3D, todas las características y condiciones del proyecto.

- 3.2.1 - HERRAMIENTAS BIM

Actualmente en el mercado de la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción, existe un gran número de herramientas, aplicaciones y software basados en la representación tridimensional de edificios. Sin embargo estas herramientas, si no son utilizadas de manera colaborativa y trabajas bajo estándares de calidad para la edificación, no se estaría ofreciendo un producto BIM.

Recientemente un reporte realizado por G2 Crowd empresa líder en la revisión de software para negocios, arroja los siguientes resultados con relación a la calidad que ofrecen estos productos, el nivel de satisfacción de los usuarios, la capacidad de interoperabilidad y la plataforma colaborativa que ofrecen.

(G2 Crowd, 2015a) El diseño de la construcción y el modelado para la información de edificios (BIM) como software incluyen diseño de productos (CAD) asistido por ordenador, de uso común dentro de las industrias de arquitectura y construcción. Muchos de estos productos ofrecen herramientas y bibliotecas destinados específicamente para el diseño y la construcción arquitectónica, incluyendo aspectos mecánicos, eléctricos, y de plomería (MEP) y el modelado para la información (BIM).

HITOS HISTÓRICOS DE LA TECNOLOGÍA BIM

- 1960-** 2D A 2D ELECTRÓNICO
- 1970-** CAD COMERCIAL
- 1975-** BDS -BUILDING DESCRIPTION SYSTEM
(C. Eastman, AIA Journal)
- 1980-** 3D COMERCIAL (GEOMETRIAS)
- 1984-** MODELOS 3D (INFORMATIZADOS)
- 1987-** ARCHICAD- VIRTUAL BUILDING
- 1994-** IAI INTERNACIONAL ALLIANCE OF INTEROPERABILITY (SE FUNDA PRIMER STANDARD DE INTERCAMBIO IFC)
- 2003-** GSA, PUBLIC BUILDINGS SERVICE (PBS) y OFFICE OF CHIEF ARCHITECT (OCA) establecen el Programa Nacional 3D-4D-BIM (EE.UU).
- 2005-** IAI- AHORA BUILDING SMART
- 2007-** ESTADOS UNIDOS REQUIERE COMO MINIMO EL PROGRAMA ESPACIAL DE PROYECTOS EN BIM
- 2011-** GABINET OFFICE UK, PLAN NACIONAL UTILIZACIÓN DE BIM, PARA EL 2016 PROYECTOS DEBEN ESTAR EN UN NIVEL 2.
- 2012-** BUILDING SMART FINLANDIA, PUBLICA COBIM - REQUERIMIENTOS BIM PARA PROYECTOS NUEVOS, RENOVACIONES YU GESTIÓN DE OPERACIONES.

BCA - BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY DE SINGAPUR PUBLICA GUIA BIM

SE FUNDA BUILDING SMART SPANISH CHAPTER
- 2016-** PARA ESE AÑO EN REINO UNIDO, TODOS LOS PROYECTOS PÚBLICOS SEAN PRESENTADOS EN BIM NIVEL 2.

Los software BIM ofrece un proceso basado en modelos para el diseño y gestión de edificios e infraestructuras, yendo más allá de los planos de construcción para generar una representación digital de las propiedades funcionales de una instalación. Otros productos en esta categoría pueden ser utilizados para una variedad de propósitos CAD más allá de diseño arquitectónico, pero su clasificación dentro de esta red se centran exclusivamente en su uso como una herramienta en el diseño de edificios.

Los mejores productos de software BIM se determinan por la satisfacción del cliente (basado en opiniones de los usuarios) y la escala (basado en la cuota de mercado, tamaño del proveedor, y el impacto social) y se colocaron en cuatro categorías en el siguiente esquema.










Segun el reporte los líderes del mercado son:

-Revit y Autocad ambos software de la compañía AUTODESK, seguidos de Autocad MEP Y Autocad Architecture.

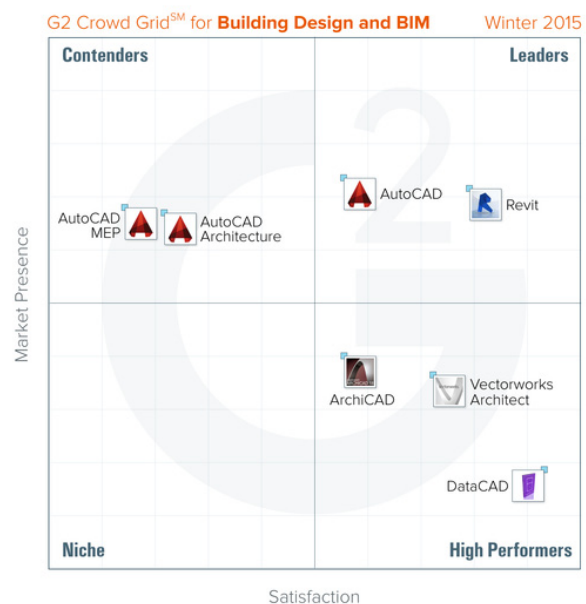
Otros mencionados como software de gran rendimiento :

-Archicad, Vectorworks Architect y Data Cad.

(Coloma, E, 2008a) Hace tiempo que se desarrollan metodologías de trabajo y aplicaciones que van en la dirección de emplear modelos coordinados entre sí de tal manera que los errores y las tareas redundantes disminuyan. Básicamente se han ido incorporando automatismo y capacidades de gestión del conocimiento a las herramientas de representación; a la vez que los sistemas de vinculación de archivos han ido mejorando con el fin de poder aprovechar la misma información para diferentes vistas.

Sort by: G2 Score		
<input type="checkbox"/>	 Revit	82
<input type="checkbox"/>	 AutoCAD	79
<input type="checkbox"/>	 SketchUp	66
<input type="checkbox"/>	 AutoCAD Architecture	58
<input type="checkbox"/>	 DataCAD	58
<input type="checkbox"/>	 Vectorworks Architect	51
<input type="checkbox"/>	 ArchiCAD	49
<input type="checkbox"/>	 AutoCAD MEP	47
<input type="checkbox"/>	 MicroStation	26

Fuente:G2 Crowd, Softwares calificados para el reporte.



Fuente: Patricia Arcilla. "Report Ranks Best BIM and Building Design Platforms for 2015" 09 Feb 2015. ArchDaily.

3.2.1 - ESTÁNDARES BIM

Los estándares BIM, se puede definir como los lineamientos establecidos para el intercambio de datos entre los agentes de un proyecto BIM. Los primeros estándares creados para el BIM fueron los IFC Industry Foundation Classes.

Este estándar surgió a raíz de la alianza privada creada por Autodesk, en 1995 de doce compañías para demostrar los beneficios de la interoperabilidad. Estas empresas se dedican a la construcción de diseño, ingeniería, construcción y desarrollo de software, y se reunieron para dar su punto de vista, y con la voluntad internacional para invertir en el futuro de la Industria de la Construcción. **International Alliance for Interoperability (IAI)** que luego en el 2008 cambió su nombre a **Building Smart**.

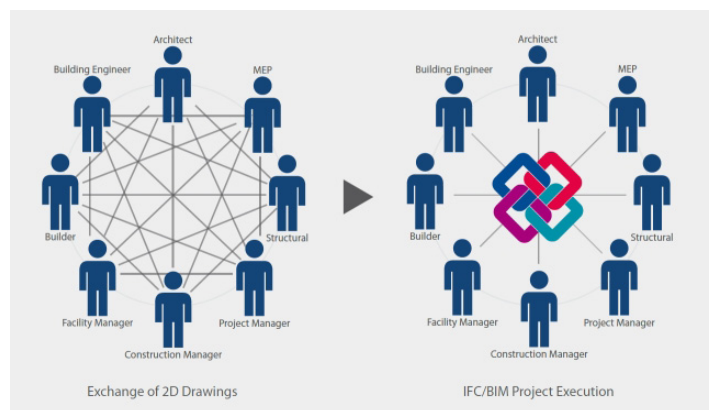
La importancia de los Estándares

(Building Smart) Estamos creando un nuevo lenguaje digital para permitir el intercambio abierto y preciso de la información, para permitir la gestión del ciclo de vida eficiente y eficaz de nuestro entorno construido.

Hay beneficios muy sustanciales, potencialmente disponibles desde el desarrollo y la adopción de estándares interoperables para BIM. Estos beneficios sólo están totalmente disponibles si estas normas están abiertas e internacionalizadas. Estos beneficios van mucho más allá de las fases de diseño y construcción, un entorno construido, totalmente habilitado como una economía digital está previsto






ISO 16739 : 2013 especifica un esquema conceptual de datos y un formato para el intercambio de archivos y datos de Building Information Model (BIM). El esquema conceptual se define en lenguaje de especificación de datos EXPRESS. El formato de archivo de intercambio estándar, para intercambiar y compartir datos, de acuerdo con el esquema conceptual utiliza la codificación de texto claro de la estructura de cambio. Se pueden utilizar formatos de archivo de intercambio alternativo, si se ajustan al esquema conceptual.

ISO 16739 : 2013 representa un estándar internacional abierto para los datos de BIM que se intercambian y comparten entre aplicaciones de software utilizadas por los diversos participantes en un proyecto de construcción de edificios o la gestión de instalaciones.



Fuente: www.ithinkbim.net/bim-building-information-modeling-interoperability/

Technical Principles: Overview

Analogy	Requirement	Response
ABCs.... 	Basic language	Basic standards for Process, Data, Change, Terms and Modelling
Words.... 	Tools & Infrastructure	Development tools integrated into programs
Sentences... 	Processes to achieve international consensus	Standards Program
Stories.... 	Structured program Informed by users	Value Propositions
Spellchecker.... 	A system that works	Compliance Program

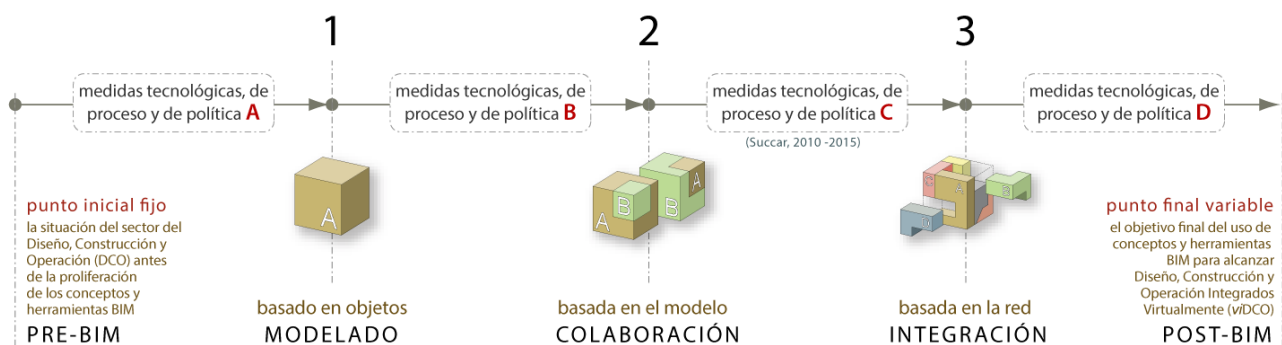
Fuente: Building Smart. www.buildingsmart.org

3.2.3 - CAPACIDAD Y MADUREZ BIM

Los niveles de capacidad y madurez del BIM, hacen referencia directamente a calidad y aptitudes de la metodología, estos conceptos han sido expuestos por varios autores, y existen varios métodos para medirlo. Hay métodos para medir el nivel de desarrollo particularmente de los elementos dentro del proyecto, y métodos para determinar el desarrollo del conjunto. (Succar, B, 2009^a) Ha definido la diferencia entre capacidad y madurez del BIM.

Capacidad BIM

Se considera que una organización ha alcanzado la **Etapa 1** de Capacidad BIM si utiliza con relativa facilidad un software basado en objetos. Se alcanza la **Etapa 2** de Capacidad BIM cuando una organización aborda la colaboración multidisciplinaria basada en un modelo. Finalmente, la **Etapa 3** de Capacidad BIM se consigue cuando una organización aborda la integración de un modelo interdisciplinario basado en la red.

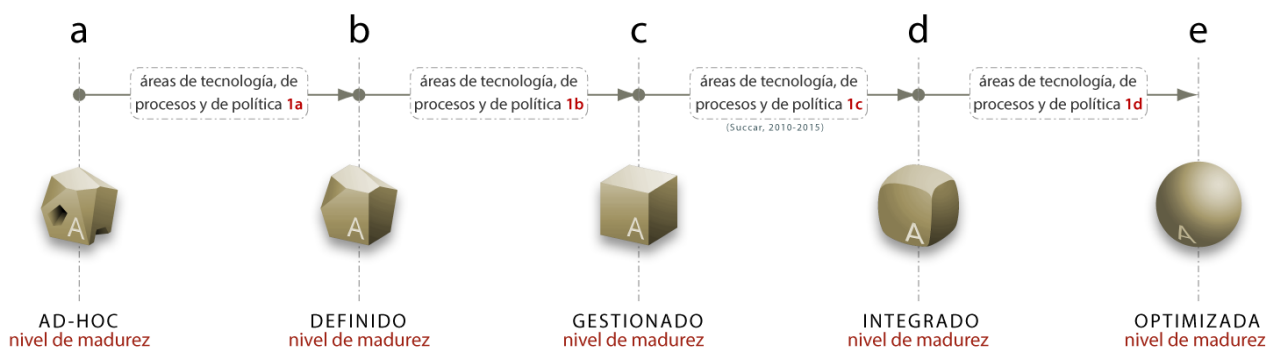


Fuente: www.bimthinkspace.com

En esencia, las 3 etapas BIM son útiles para identificar las aptitudes mínimas de las organizaciones y equipos de proyecto, pero no son tan útiles para analizar o comparar cuánto mejor modelan, colaboran o integran sus prestaciones.

Madurez BIM

El término 'Madurez BIM' se refiere a la calidad, a la "repetibilidad" y a los niveles de excelencia de los servicios BIM. En otras palabras, la Madurez BIM es la aptitud más avanzada para sobresalir en la realización de una tarea o prestación de un servicio / ejecución de un producto BIM.



Fuente: www.bimthinkspace.com

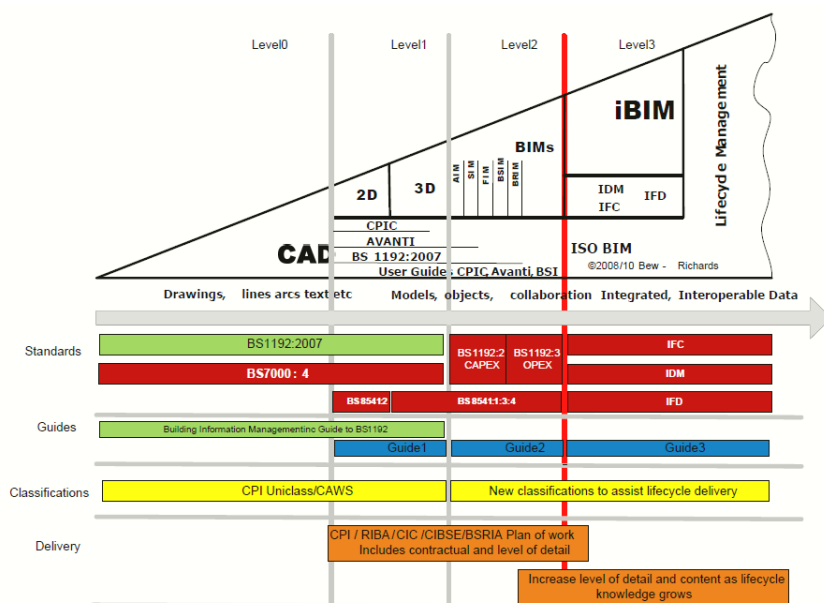
Otro modelo para medir la calidad de los procesos BIM es el iBIM. Es el más utilizado, basado en estándares. Es el método adoptado por el Reino Unido.

(Artículo en Building Smart, Spanish Journal 14/01. Martín, Gonzáles, Roldan)

Es el modelo más utilizado en la industria o en las organizaciones y es el adoptado por el Reino Unido. Este modelo identifica el “Nivel 0” como aquel en el que se utiliza todavía el CAD como sustituto de los planos tradicionales en papel.

El “Nivel 1” comienza con la introducción de prácticas para la gestión de la producción, la distribución y la calidad de la información de la construcción, incluyendo los generados por sistemas CAD, usando un proceso normalizado para la colaboración;

(Succar, B, 2009a) *Modelo de madurez de Datos de la construcción* ModellingThe Ibim integrado -Ibim introducido en Bew, Underwood, Wix, y Storer (2008) se ha ideado “para garantizar una clara articulación de las normas y notas de orientación, su relación entre sí y la forma en que se pueden aplicar a los proyectos y contratos en la industria. El modelo Ibim identifica objetivos específicos de capacidad (no hitos de rendimiento) para la Industria de la Construcción del Reino Unido que cubren la tecnología, normas, guías, clasificaciones y entrega (número total de temas no definido). Los objetivos para cada tema se organizan bajo una o niveles de madurez más definidos vagamente (0-3).



El “Nivel 2” supone la gestión con herramientas BIM de entornos 3D de las distintas disciplinas del proyecto y los datos asociados;

el “Nivel 3” supone la integración de los datos en servicios web que permitan la colaboración y la interoperabilidad. Es el nivel más avanzado por el momento.

ESPECIFICACIONES LOD - LEVEL OF DEVELOPMENT

Solo para hacer una referencia de otros factores que intervienen en la calidad de los modelos BIM, se hace mención de los LOD Level of Development o Niveles de desarrollo. Para profundizar en este tema, haría falta la descripción de otros conceptos y establecer definiciones mas relacionadas a los software BIM .

LOD (Level of development o Niveles de desarrollo) es un termino utilizado en varios sectores empresariales. En el caso del BIM, los LOD estarán definidos por el nivel de detalle de información, que presenten los elementos del modelo 3D. La definición de los LOD esta recogida en AIA for the AIA G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form, donde se especifican los criterios que deben respetar los elementos dentro del modelo.

(Bim Forum, 2015a) El nivel de desarrollo (LOD) es una referencia que permite a los profesionales de la industria AIC para especificar y articular con un alto nivel de claridad el contenido y la fiabilidad de datos de la construcción en modelos (BIM) en las distintas etapas del proceso de diseño y construcción. Se define e ilustra las características de los elementos del modelo de los diferentes sistemas de construcción en diferentes niveles de desarrollo. Esta clara articulación permite a los autores definir lo que en sus modelos pueden ser fiables , y permite a los usuarios intermedios a entender claramente la utilidad y las limitaciones de los modelos que están recibiendo.

(Autodesk, education community) LOD, en el mundo BIM, oscila entre 100 (básica / conceptual) a 500 (muy detallada / precisos). Las fases LOD pueden resumirse como sigue.

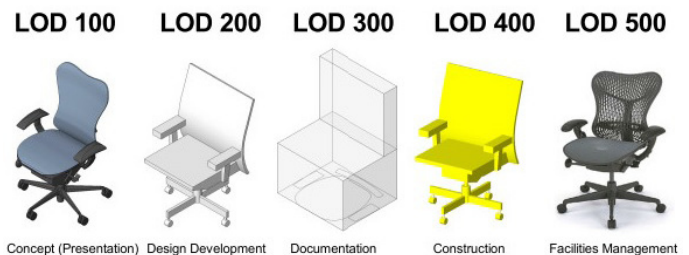
LOD 100: elementos modelados están en un punto de desarrollo conceptual. La información puede ser transmitida con formas aglomerándose, narraciones escritas y símbolos 2D.

LOD 200: elementos modelados tienen relaciones aproximadas a las cantidades, el tamaño, la ubicación y la orientación. Parte de la información todavía se puede transportar con narraciones escritas.

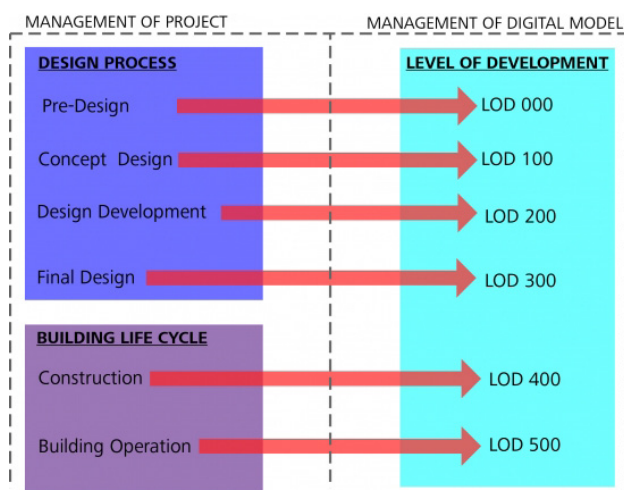
LOD 300: elementos modelados se explican en términos de sistemas específicos, cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación.

LOD 400: Continuación de LOD 300 suficiente información añadida para facilitar la fabricación, el montaje y la instalación.

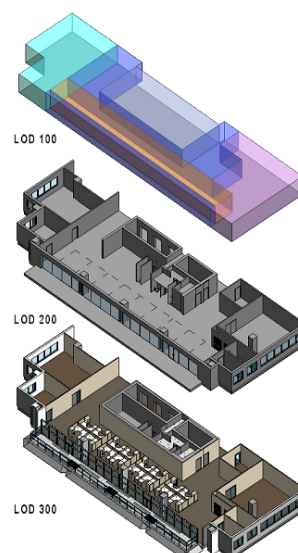
LOD 500: elementos modelados son representativos de las condiciones instaladas y pueden ser utilizados para la gestión de las instalaciones actuales.



Fuente: www.drafttechdevelopments.com



Fuente: www.sustainabilityworkshop.autodesk.com/



Fuente: www.bimfreak.files.wordpress.com/

3.3 - INFLUENCIA DEL BIM EN LOS PROCESOS

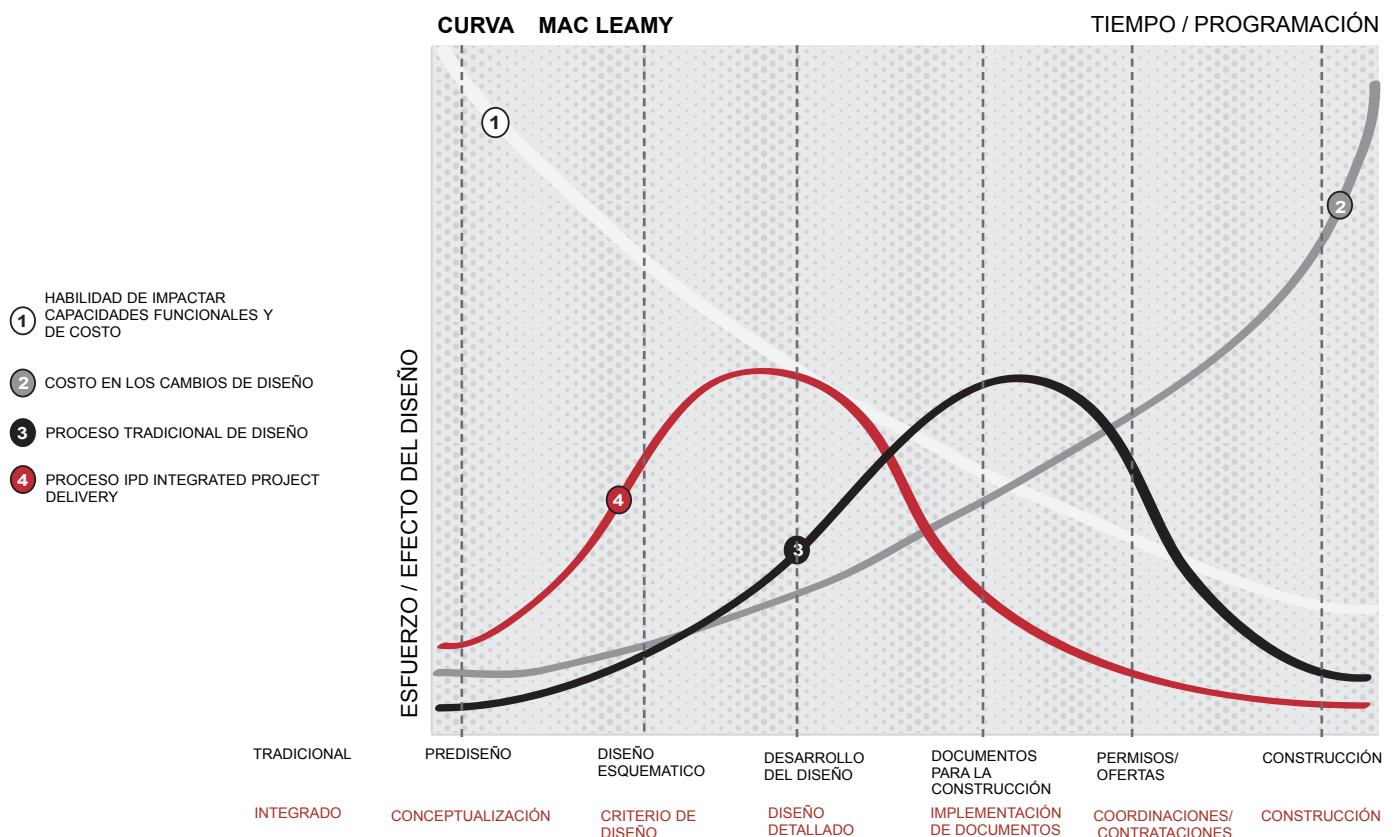
La metodología BIM hace un especial enfoque en la eficiencia que representa su utilización y como cambia el paradigma que existe, ante los procesos de la edificación y la relaciones de los agentes involucrados. En los diferentes documentos encontrados sobre el tema, se resalta que la finalidad última del BIM es el integrar la práctica de la arquitectura, ingeniería y la construcción para un desarrollo eficiente, innovador, colaborativo de los procesos de edificación. Evitando la pérdida de valor en la producción y gestión de la información.

Esto basado en que los procesos tradicionales de trabajo, representan grandes pérdidas y no han ofrecido mejores resultados a través de los años.

“En estos tiempos de presupuestos limitados ya no se puede perder dinero en procesos que ya no funcionan bien y están llenos de dificultades.”
(Patrick Mac Leamy)

Mac Leamy, Jefe ejecutivo de HOK, empresa fundadora de Building Smart, ha desarrollado una gráfica, que para el mundo del BIM ha constituido un elemento altamente referenciado, para explicar la influencia del BIM en el método de trabajo tradicional.

En la curva se identifican las fases durante los procesos de diseño hasta la construcción del proyecto. Se realiza una comparación del esfuerzo que se desempeña en las fases del proyecto tradicional, frente a las fases que propone BIM como método de trabajo, el IPD. Entonces, las curvas muestran de manera precisa que en la utilización del método BIM, se aumenta el esfuerzo, invirtiendo tiempo en la etapa de diseño, programación y desarrollo. Resultando esto, en menores costos por cambio de diseño, añadiéndole un valor a la información producida. Mientras que el método tradicional, se disminuye el esfuerzo y se alarga el tiempo de diseño, provocando mayores costos por las modificaciones de diseño realizadas.



(Succar, B,2011a) Identifica las etapas de los proyectos basadas en la implementación BIM y los efectos sobre el ciclo de vida de los proyectos.

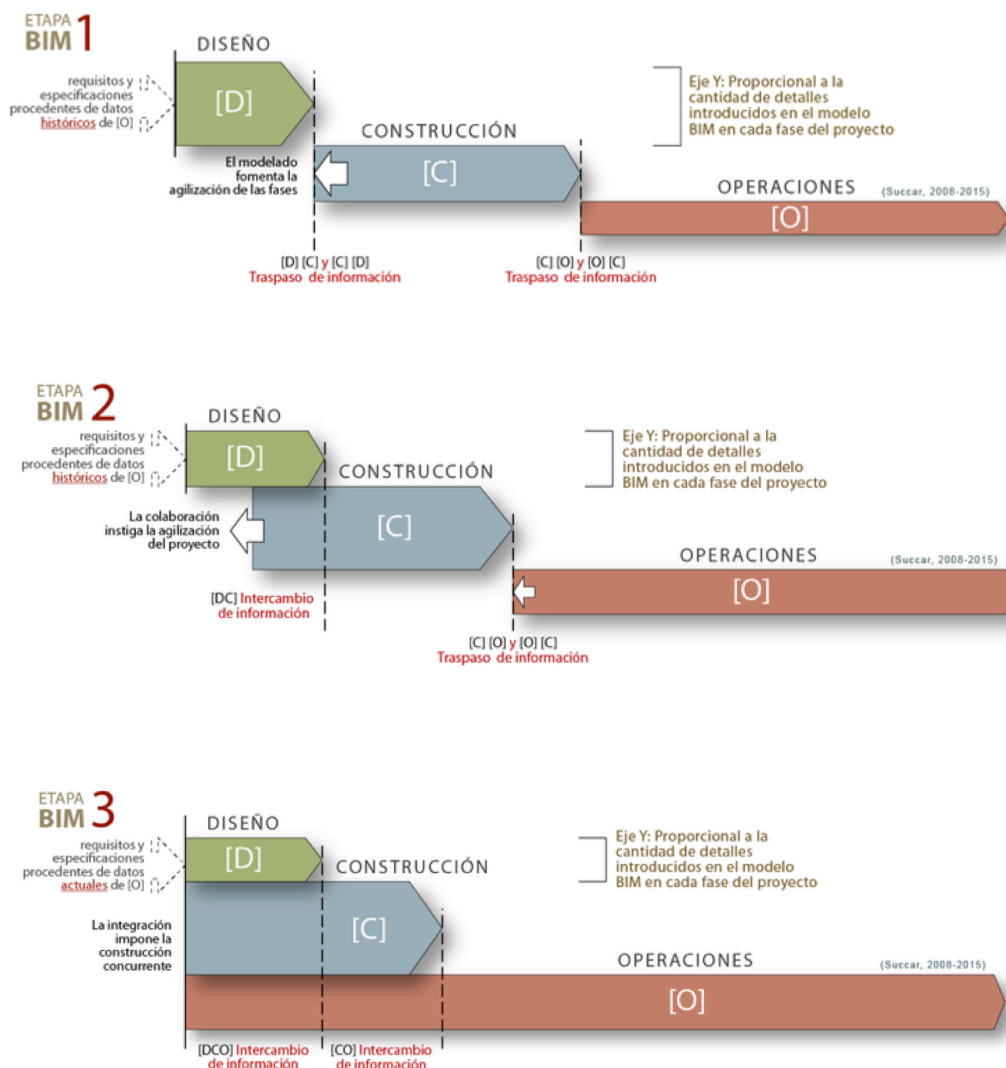
En la **Etapa 1 Modelado basado en objetos**, los usuarios generan modelos uni-disciplinares, en cualquiera de las tres fases del ciclo de vida del proyecto, Diseño [D], Construcción [C] u Operaciones [O]. Estos modelos por ejemplo los modelos de diseño arquitectónico [D] y los de fabricación de conductos [C] se utilizan principalmente para automatizar la generación y la coordinación de la documentación 2D y las visualizaciones 3D.

Una vez que se ha desarrollado una amplia experiencia de modelado uni-disciplinar a través de la implementación de la Etapa BIM 1,

los actores de la **Etapa BIM 2 Colaboración basada en el modelo** colaboran activamente con los de otras disciplinas. La madurez de la Etapa 2 también altera el grado de detalle del modelado realizado en cada fase del ciclo de vida del Proyecto, ya que los modelos de construcción, de mayor detalle, avanzan y sustituyen (parcial o totalmente) a los modelos de diseño, de menor detalle

Etapa 3 Integración en la red

En esta etapa, se crean modelos integrados semánticamente ricos, que son compartidos y mantenidos colaborativamente, a lo largo de las fases de ciclo de vida del Proyecto. Esta integración se puede lograr a través de tecnologías de modelo servidor (usando formatos propietario, abierto o no propietario), a través de bases de datos individuales / integradas / distribuidas / federadas.

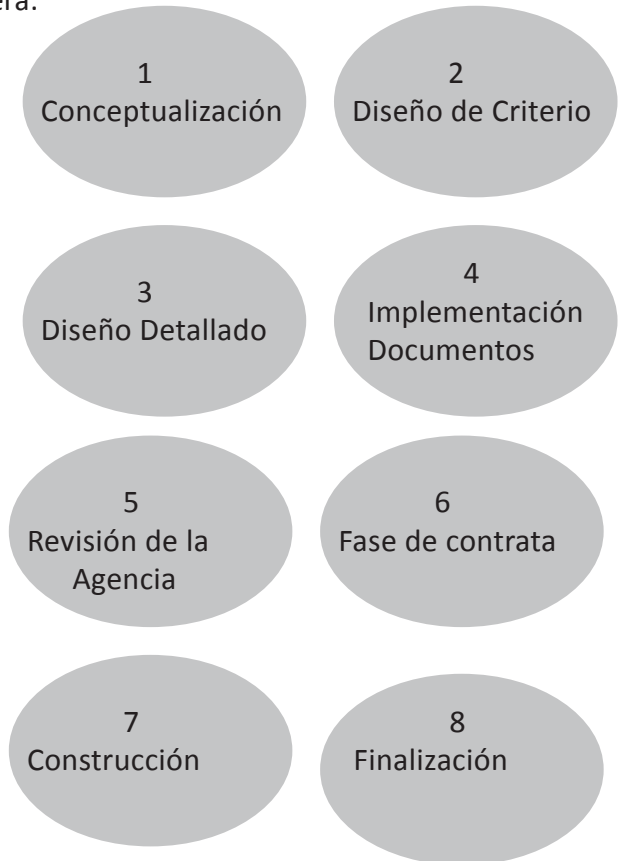


4 - IPD - INTEGRATED PROJECT DELIVERY

(AIA, 2007a) *Integrated Project Delivery (IPD o Entrega Integrada de Proyectos)* es un enfoque de ejecución de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras empresariales y las prácticas en un proceso que aprovecha la colaboración de los talentos y puntos de vista de todos los participantes del proyecto para optimizar resultados, aumentar valor al propietario, a reducir residuos y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción.

Los principios del IPD se pueden aplicar a una variedad de arreglos contractuales, y los equipos de IPD pueden incluir miembros más allá de la tríada básica de propietario, el arquitecto y el contratista. En todos los casos, los proyectos integrados se distinguen únicamente por la colaboración muy eficaz entre el propietario, el diseñador principal y el constructor principal, que comienza en una etapa de diseño temprana y continua hasta la entrega de proyectos.

Hay 8 fases secuenciales en el IPD, una guía desarrollada por la AIA, lo enumera de la siguiente manera:



	METODO TRADICIONAL	METODO IPD
ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO	<ul style="list-style-type: none"> -JERÁRQUICA -ADICIÓN SECUENCIAL " SEGUN SEA NECESARIO" : -ARQUITECTO, LUEGO INGENIERO, LUEGO CONTRATISTA, LUEGO FABRICANTE, ETC. 	<ul style="list-style-type: none"> - TODOS LOS CONOCIMIENTOS CLAVE A BORDO EN EL ARRANQUE - INCLUYE LOS AGENTES INTERESADOS EN EL " CICLO DE VIDA " - ACUERDO MULTIPARTES
CONTRATOS	<ul style="list-style-type: none"> -ESTABLECE PROTECCIÓN ANTE RIESGOS 	<ul style="list-style-type: none"> - GUÍA LA ACTIVIDAD DEL EQUIPO - MANDATO DE LA TOMA DE DECISIONES EN CONJUNTO - ELIMINAR O LIMITAR Estrictamente LA CAPACIDAD DE DEMANDAR
CONTROL DE DECISIONES	<ul style="list-style-type: none"> -JERÁRQUICA 	<ul style="list-style-type: none"> -LAS DECISIONES CLAVES TOMADAS POR ENTIDADES CON PROPOSITOS ESPECIALES
HERRAMIENTA DE COLABORACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> -REUNIONES 	<ul style="list-style-type: none"> - PROCESO DETALLADO DE DISEÑO DESDE EL PRINCIPIO - PROGRAMACIÓN COMPLETA - DECISIONES INFORMADAS, BASADAS EN MÉTRICAS
PROCESOS	<ul style="list-style-type: none"> -INFORMACIÓN LINEAL - RESIDE EN "SILOS" CONTROLADOS POR DISCIPLINA 	<ul style="list-style-type: none"> -INFORMACIÓN IINTEGRADA
PRESUPUESTO	<ul style="list-style-type: none"> LUEGO DEL DISEÑO Y PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS, POR FASE. 	<ul style="list-style-type: none"> - PRESUPUESTO PRIMERO; LUEGO DISEÑO AL PRESUPUESTO - ENFOQUE EN EL VALOR DEL DISEÑO

Dentro de estas fases, hay un numero importante de actividades en equipo que requieren de la colaboración, distinto al método tradicional enfocado en actividades jerárquicas. Dentro de la lista esta:

Planificación de los procesos :

- **Más planificación hacia los procesos**

- **Revisiones cortas y Trabajos juntos:**

En lugar de los meses de esfuerzo en un relativo aislamiento por profesionales del diseño para producir documentos que a continuación se transfieren a profesionales de la construcción para el trabajo secuencial y separada , equipos IPD se reúnen frecuentemente con múltiples disciplinas relevante para desarrollar continuamente y refinar un diseño.

-El valor del diseño: En lugar de un presupuesto basado en un diseño detallados, diseño basado en un presupuesto detallado;

En lugar de evaluar lo construible de un diseño, diseñar para lo que si puede ser construido.;

En lugar de diseñar por separado y luego reunirse para la toma de decisiones y revisiones, trabajar en conjunto para identificar problemáticas y producir decisiones, diseñar basado en esas decisiones;

En vez de trabajar por separado en espacios distintos, trabajar en pares o grupo mayores cara a cara.

Principios básicos del IPD

- 1- Respeto mutuo y confianza
- 2- Beneficios y recompensas mutuas
- 3- Innovación colaborativa y toma de decisiones
- 4- Integración temprana de agentes clave
- 5- Definir objetivos en fase temprana
- 6- Planificación intensificada
- 7- Comunicaciones abiertas
- 8- Tecnología apropiada
- 9- Organización y liderazgo

Claves para Integrated Project Delivery



Involucra todos los miembros del equipo, en reuniones de diseño, incluyendo a los contratistas.



Establece el BIM



Facilita la colaboración



Prepara mecanismos de contratos donde se establece la colaboración abierta



Minimiza los procesos en papel, colabora digitalmente



Consultar y gestionar las interferencias entre los oficios, digitalmente



Crea una cultura basada en la confianza y el compartir información



Comunica las ideas de diseño utilizando visualizaciones 3D para mantener a todo el mundo en el mundo

Fuente: IPD Workflow Autodesk

4.1 - EJECUCIÓN DE LOS PROCESOS IPD

FASES DEL PROCESO IPD - INTEGRATED PROJECT DELIVERY

CONCEPTUALIZACIÓN

EL equipo de proyecto se reúne en las primeras etapas, mejorando la precisión de las decisiones. El resto de los procesos, será predecible, evitando costosos trabajos de rediseño.



DISEÑO

Colaboraciones entre el arquitecto, contratista e ingenieros permite mejor toma de decisiones, ayuda a mejorar calidad y el mitigar el riesgo



IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTOS

Modelos virtuales precisos, son automáticamente parte del diseño, ayudando a reducir incertidumbres en documentos e interferencias durante la construcción.



CONSTRUCCIÓN

Debido a la cuidadosa planificación temprana, miembros del equipo tienen la posibilidad de utilizar la eficiencia de los materiales, creando menos desperdicios. El cambio de ordenes minimiza, y los ingresos no operacionales se pierden. La construcción se puede completar, en programación y presupuesto.



OPERACIÓN

Modelos virtuales precisos, son automáticamente parte del diseño, ayudando a reducir incertidumbres en documentos e interferencias durante la construcción.



HERRAMIENTAS BIM

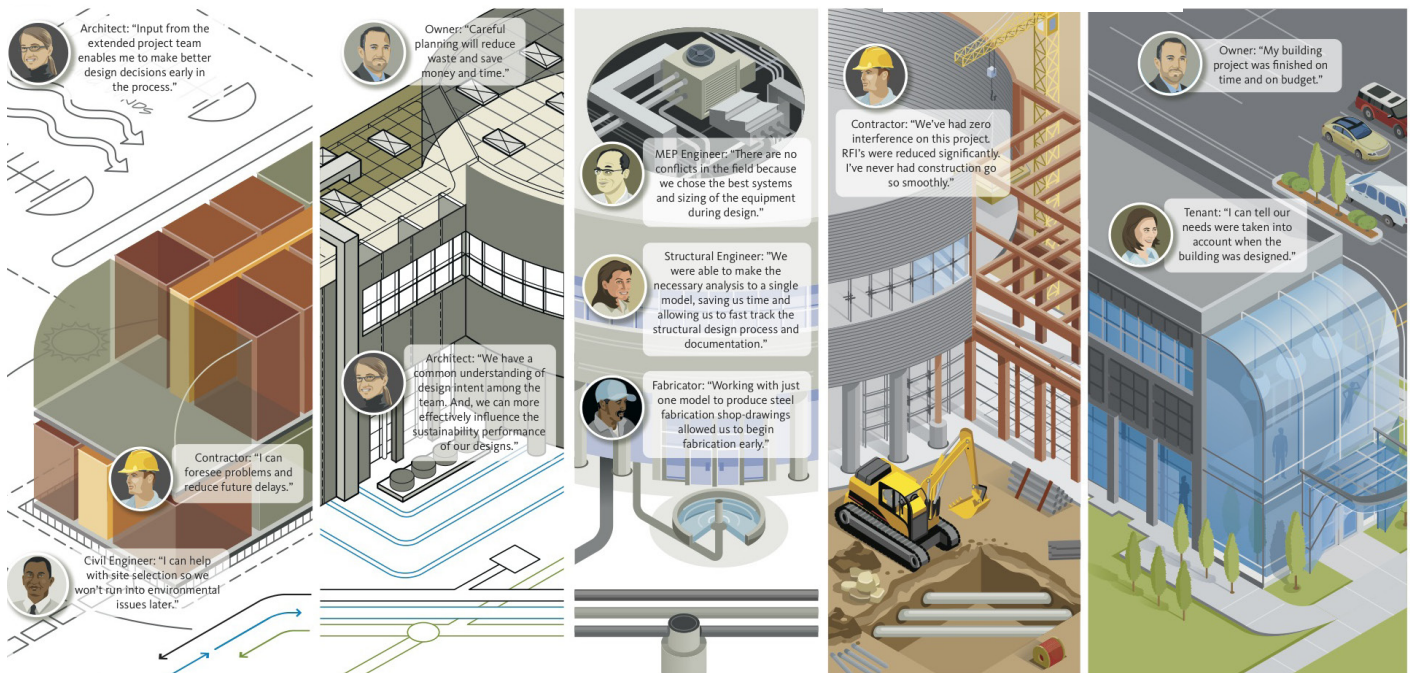
Revit® Architecture
Revit® Structure
Revit® MEP
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® 3ds Max® Design
Autodesk® Maya®
Autodesk® Inventor™
Autodesk® Impression
Autodesk Collaborative
Project Management

Revit® Architecture
Revit® Structure
Revit® MEP
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® 3ds Max® Design
Autodesk® Design Review
Autodesk® NavisWorks®
Autodesk® Quantity Takeoff
Autodesk Collaborative
Project Management

Revit® Architecture
Revit® Structure
Revit® MEP
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® Design Review
Autodesk® NavisWorks®
Autodesk® Quantity Takeoff
Autodesk® Inventor™
AutoCAD®
Autodesk Collaborative
Project Management

Autodesk® NavisWorks®
Revit® Architecture
Revit® Structure
Revit® MEP
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® Inventor™
Autodesk® Design Review
Autodesk Collaborative
Project Management

Autodesk® FMDesktop™
Autodesk® Design Review
Autodesk Collaborative
Project Management



Fuente: IPD Workflow Autodesk, Traducción y modificaciones : Autora TFM

TERCERA PARTE

BIM DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL AIC ARQUITECTURA- INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN

El impacto positivo del BIM en los procesos constructivos ha estado constituido por el potencial económico que presenta. Al ser una estrategia sostenible de trabajo, que promueve una ejecución de los proyectos constructivos de manera colectiva y organizada. Los mercados globales, de grandes economías han adoptado esta metodología y han visto los resultados positivos que presenta, mediante la inserción de estrategias eficientes e innovadoras hacia los procesos constructivos.

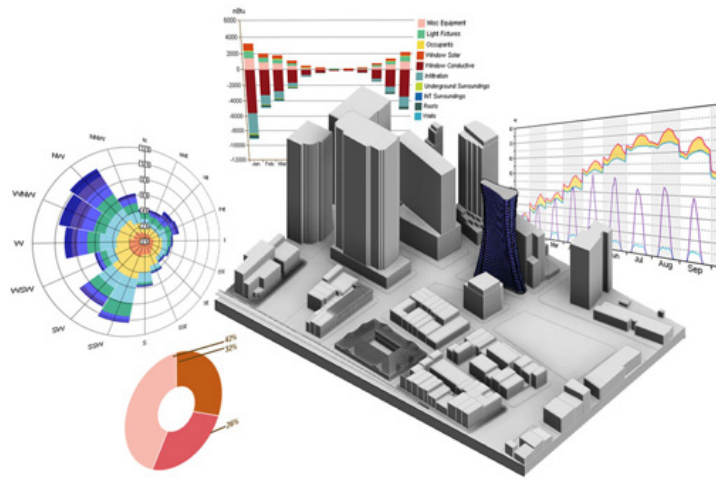
La construcción es un sector que por su actividad afecta en gran medida las perspectivas económicas de un país. Algunos países de economías emergentes ya han empezado a adoptar esta metodología como medida innovadora, para la gestión de los proyectos. También el BIM ha generado la presencia de nuevos agentes en los procesos constructivos, en los marcos de la gestión, legalidad y promoción de la estrategia. Esto ha impulsado a que profesionales, no necesariamente, arquitectos, ingenieros, constructores o demás vean la necesidad de inclinar su formación profesional hacia este mercado laboral en vías desarrollo.

La gestión del proyecto es cosa de todos, el trabajo colaborativo y la documentación del proyecto que se genera a través de esta metodología ha cambiado la percepción de los procesos constructivos. Se ha establecido una notoria calidad de los procesos y agregado valor a las fases del proyecto. Ahora veremos como ha sido la respuesta del sector de la construcción en mercados globales y casos de éxito con la metodología aplicada.

5- REPERCUSSIONES Y VALOR DEL BIM

“Mientras Building Information Modeling (BIM) se está expandiendo rápidamente en todo el mundo, hay diferencias significativas entre la experiencia de las de empresas de construcción y los beneficios empresariales de BIM en varias regiones.”
(McGrawHill Construction, 2009a)

La empresa McGraw-Hill en su división McGraw-Hill Construction ha recopilado en varios documentos ,las experiencias de varios mercados tras la utilización del BIM. Estos reportes son citados para identificar las repercusiones que ha tenido el BIM en aspectos socio-económicos, de desarrollo, de procesos constructivos e integración de la industria de la construcción en los países de economías desarrolladas y economías emergentes.



Fuente: Grupo LOBE Construcciones, www.blogconstruccioneslobe.com, Lobe patrocina el II Congreso Nacional de BIM, Valencia 09/04/2014

5.1 - VALOR DEL BIM EN EL MERCADO GLOBAL

Para determinar las repercusiones del BIM ,se debe observar las capacidades de implementación que ha tenido esta metodología en las empresas del AIC globalmente. Estos resultados son arrojados por una serie de reportes donde se califican varios aspectos y características del BIM en mercados internacionales.

En los estudios realizados por MHC en norte américa, un indicador clave del impacto de BIM en la industria, era el aumento de nivel de compromiso por parte de los contratistas. Dado su rol en los proyectos, los contratistas son el corazón de los flujos de trabajo y los procesos que ven los mayores beneficios de BIM.

Los datos y análisis en estos informes se basan en una encuesta en línea realizada con 727 contratistas en diez países que representan a algunos de los mercados de la construcción más grandes a nivel mundial: Australia, Brasil, Canadá, Francia, Alemania, Japón, Nueva Zelanda, Corea del Sur, los Reino Unido y Estados Unidos.

McGrawHill, (2009a) El uso del BIM está acelerando con fuerza, impulsada por grandes propietarios privados y gubernamentales que quieren institucionalizar sus beneficios de manera más rápida, más seguro en la entrega del proyecto, y la calidad más fiable y rentable.

La adopción por los contratistas (74%) ha superado recientemente a los arquitectos (70%) en América del Norte, y este grupo está mostrando cada vez más el liderazgo en el impulso deL BIM en innovación, métricas y valor.

Retorno de la Inversión:

Uno de los factores mas importantes en las consideraciones para implementar BIM en las empresas de construcción es el retorno de la inversión. Como hemos visto, para implementar BIM, debe de hacer una considerable inversión económica para la utilización de software y personal capacitado para la ejecución.

Aunque no existe una métrica estándar para medir el retorno de la inversión en BIM (a diferencia de las medidas más estándar del proyecto). El mayor porcentaje de empresas estimaron el retorno de sus inversiones BIM sea entre 10% y 25%.

Indicadores financieros, tales como reducción de costos, mayor rentabilidad y una mayor productividad, se consideran en general la categoría más importante para medir el retorno de las inversiones BIM, seguido de métricas relacionadas con el proceso de ejecución de proyectos, tales como un menor número de RFI (request for information o solicitud de informaciones), menos cambios no planificados, mayor satisfacción del cliente y menos interrupciones en el proceso del proyecto.

Beneficios dentro de las compañías:

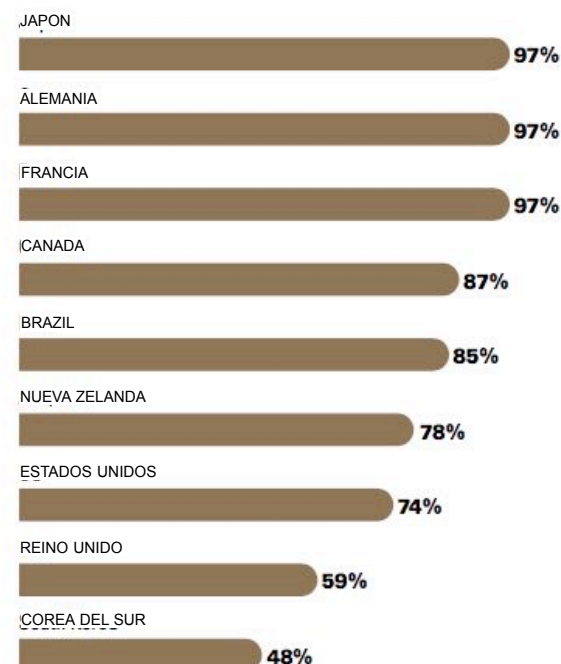
Los principales beneficios relacionados con el proyecto que los contratistas están recibiendo de BIM, son:

Reducción en los errores y omisiones y la reducción de la reanudación, los cuales tienen un impacto positivo inmediato y contribuyen al retorno de la inversión.

La reducción del coste de la construcción, la reducción de la duración del proyecto y la mejora de la seguridad ronda los cinco principales beneficios del proyecto de BIM.

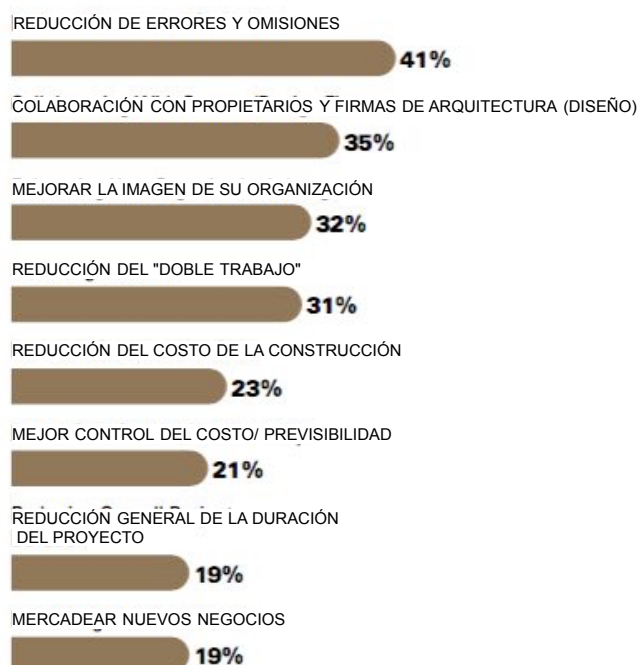
Contratistas citan la capacidad del BIM para mejorar la colaboración entre los miembros clave del equipo como su más importante contribución a la mejora del proceso de ejecución de proyectos.

CONTRATISTAS REPORTANDO UN RETORNO POSITIVO DE LA INVERSIÓN EN BIM (POR PAÍS)



Fuente: McGrawHill Construction, 2013 -Smartmarket Report-
Traducción: Autora TFM

CONTRATISTAS CITANDO LOS BENEFICIOS DEL BIM DENTRO DE SUS COMPAÑÍAS



Fuente: McGrawHill Construction, 2013 -Smartmarket Report-
Traducción: Autora TFM

Años de utilización BIM

BIM, se desarrolló inicialmente en Europa, por lo que no es de extrañar que el 12% de los contratistas que utilizan BIM en Francia, Alemania y Reino Unido reportan que han estado utilizando la metodología durante seis o más años. Esto es particularmente cierto para el Reino Unido, donde el 19% de los contratistas generales BIM reclama experiencia de más de 10 años. Esto muestra un fuerte crecimiento a partir de 2010 la investigación de McGraw Hill Construction en estos tres países, donde menos de una cuarta parte (24%) de los contratistas estaban usando BIM en absoluto.

Implementación BIM

El nivel de ejecución BiM se refiere al porcentaje de los proyectos de un contratista que involucran BIM. McGraw Hill Construction ha estado utilizando una escala coherente para la implementación BIM en estudios de investigación desde el año 2009.

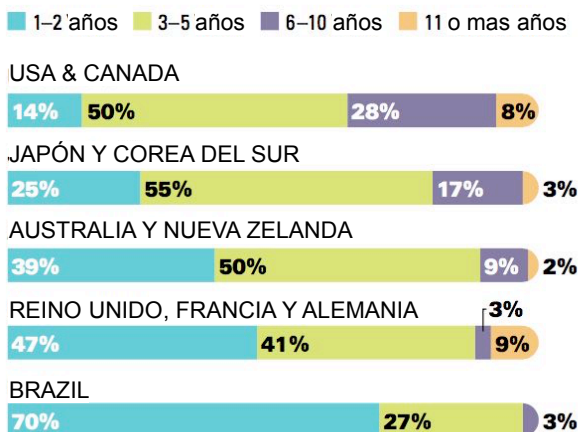
Nivel de Aplicación ligera: Menos del 15% de los proyectos utilizando BIM

Nivel Medio: 15% a 29%

Nivel Pesado: 30% a 59%

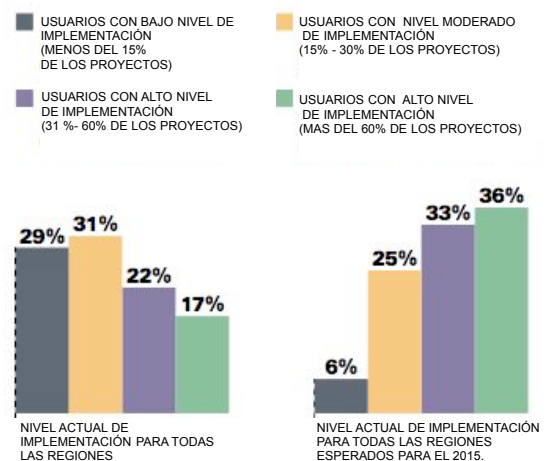
Muy pesado: 60% o más

PERIODO DE TIEMPO QUE LOS CONTRATISTAS HAN ESTADO UTILIZANDO BIM.
(POR REGIÓN/PAIS)



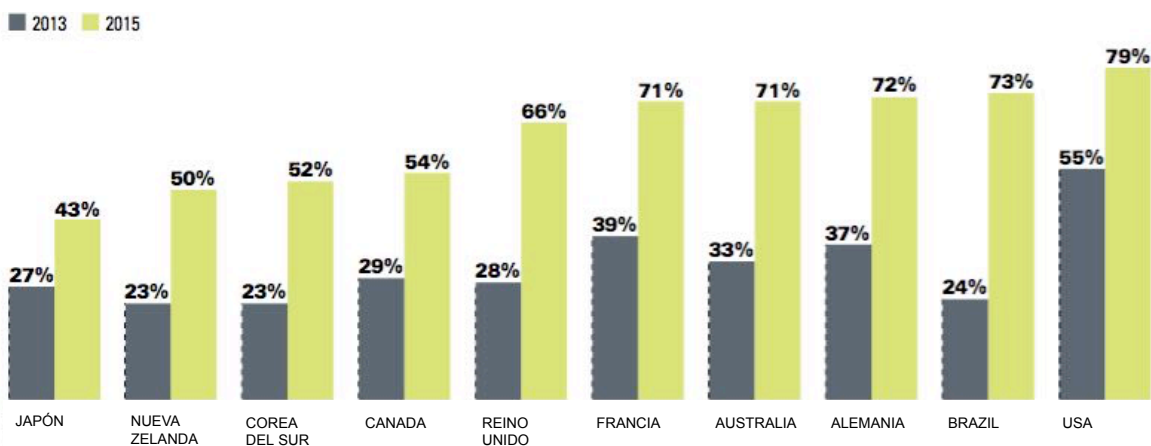
Fuente: McGrawHill Construction, 2013 -Smartmarket Report-
Traducción: Autora TFM

NIVELES ACTUALES Y ESPERADOS EN EL FUTURO DE IMPLMENTACIÓN BIM DE LOS CONTRATISTAS



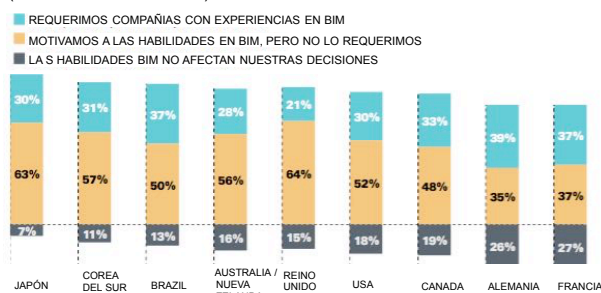
Fuente: McGrawHill Construction, 2013 -Smartmarket Report-
Traducción: Autora TFM

PORCENTAJE DE CONTRATISTAS CON NIVEL ALTO/ MUY ALTO DE IMPLEMENTACIÓN BIM (POR PAIS)



Fuente: McGrawHill Construction, 2013 -Smartmarket Report-
Traducción: Autora TFM

ENFOQUE DE LOS CONSTRATISTAS PARA REQUERIR NIVELES DE HABILIDADES BIM COMO FACTOR PARA LA FORMACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO (POR PAÍS/ POR REGIÓN)



Fuente: McGrawHill Construction, 2013 -Smartmarket Report-
Traducción: Autora TFM

5.2- VALOR DEL BIM EN LOS PROYECTOS

McGrawHill, (2009a) Este estudio pertenece a una serie de documentos basados en encuestas sobre la satisfacción de la industria de AIC (Arquitectura, Ingenierías y Construcción) en norte américa. A partir de estos estudios han logrado determinar diferentes factores que promueven a los usos mas valorados del BIM hoy en día.

-Casi el 50% de la industria ahora está utilizando BIM.

-Todos los usuarios de BIM plantean aumentos significativos en su uso.

-La gran mayoría están experimentando los beneficios de negocio reales directamente atribuibles a BIM.

Usos del BIM mas valiosos hoy en día :

- Presentación / visualización de diseño arquitectónico. Dos tercios de los usuarios (67%) ven un alto valor, especialmente arquitectos (76%) y los propietarios (66%).

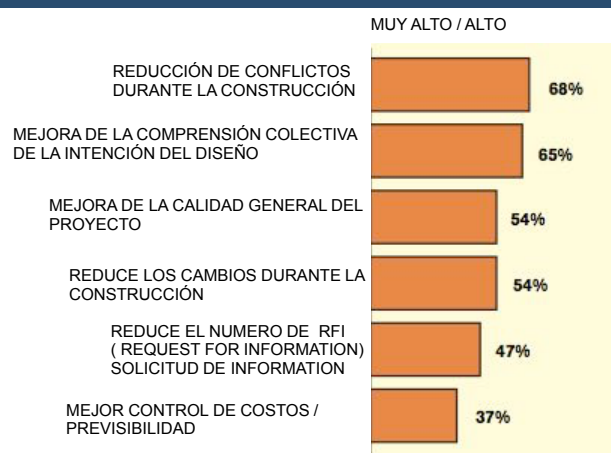
-Coordinación espacial. Dos tercios (64%) ven un alto valor, especialmente los contratistas (78%). Ingenieros (52%) lo consideran segundo lugar a la presentación / visualización.

Valores Emergentes

La experiencia impulsa la habilidad de cosechar recompensas. Una gran porción de expertos ven estas tareas ganando alto valor cuando son hechas con BIM hoy en día, mientras que menos de la mitad, como muchos principias podrán ver ese nivel de valor.

- Compromiso del cliente (72% de los expertos)
- Equipos para la fabricación (54% of expertos)
- Cantidad inicial (52% of experts)

BENEFICIOS DEL BIM QUE APORTAN AL MAYOR VALOR



Fuente: McGrawHill 2009- SmartMarket Report
Traducción: Autora TFM

VALOR PERCIBIDO DEL BIM - 5 AÑOS DESDE AHORA



Source: McGrawHill Construction, 2009

Fuente: McGrawHill 2009-
Traducción: Autora TFM

6- CASOS DE ÉXITO

6.1 - EXPERIENCIAS PROFESIONALES

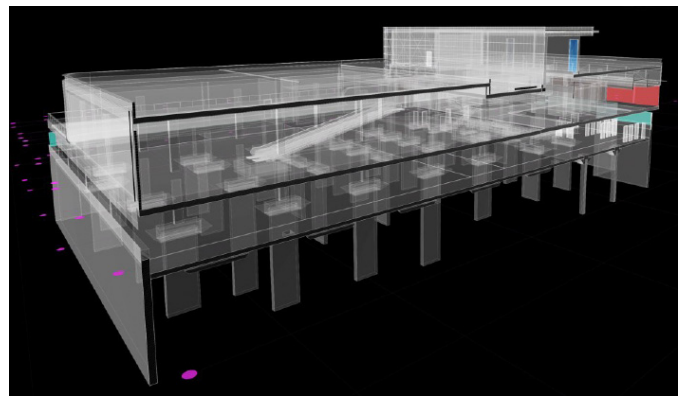
Las diferentes experiencias profesionales que se van a exponer, fueron recogidas mediante visitas realizadas a eventos relacionados con el BIM. Son experiencias en el ámbito profesional de la Arquitectura, Ingenierías y Construcción. Donde los diferentes expositores, en algunos casos propietarios de las empresas representadas, exponían los significativos aportes que ha tenido el BIM sobre su práctica empresarial.

Experiencias recogidas en el Construmat, Beyond Building Barcelona 19 -23 Mayo 2015.:

EMPRESA : ONA Arquitectes
/ www.onaarchitects.com/

EXPOSITOR : Boris Puetter- Arquitecto
BIM Manager

SECTOR : Arquitectura , Construcción



Fuente : ONA ARQUITECTES - Mercat Calafell. Scan del Edificio

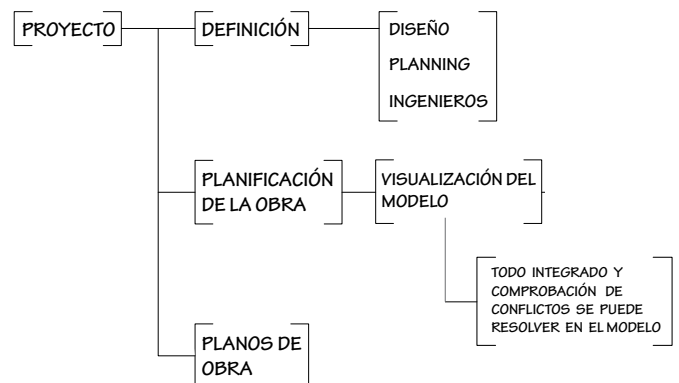
En este despacho de arquitectura empezaron a implementar el BIM desde hace 5 o 6 años por un cambio de modelo colaborativo, que debieron de implementar al iniciar trabajos con una empresa constructora que así lo requería. ONA entiende el BIM en cuatro fases :

- BIM Consulting - BIM Design - BIM Engineering
- BIM Progress

El modelo colaborativo llevó a ONA a elaborar protocolos. Esos protocolos se utilizaron para definir lineamientos para ejecutar las diferentes fases del proyecto. Internamente, desarrollaron códigos que regulaban la calidad y la gráfica que utilizarían para visualizar los proyectos como el diseño de montaje de elementos. Y que esta información estuviera disponible para otros agentes y otras herramientas BIM.

Al dibujar o proyectar el edificio, todos los elementos ya están definidos y contrastados por todos los agentes del proyecto. Lo que antes se lograba con visualizar mediante "renders" o modelos 3D, ahora son elementos con información para la construcción y al alcance de todos.

Al edificio modelado, también se le pueden desarrollar los diferentes estudios de viabilidad, eficiencia energética entre otros.



Fuente : Autora TFM- Diagramación de ideas expuestas

*“La construcción virtual consigue la eficiencia y la viabilidad en los procesos de construcción de un edificio.”**

*“La trazabilidad de la información para un buen funcionamiento del BIM mediante un modelo colaborativo de trabajo.”**

*“Implementamos la metodología BIM desde hace 5 años para desarrollar la transformación del sector de la construcción.”**

* <http://bimchannel.net/>

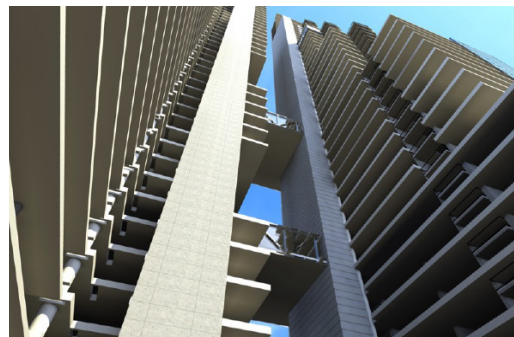
EMPRESA : ARQ TEAM / www.arqteam.es/
Ponencia: BIM en pequeñas empresas

SECTOR : Arquitectura ,Construcción, BIM Consultoria,

EXPOSITOR : José E. Nogües Mediavilla

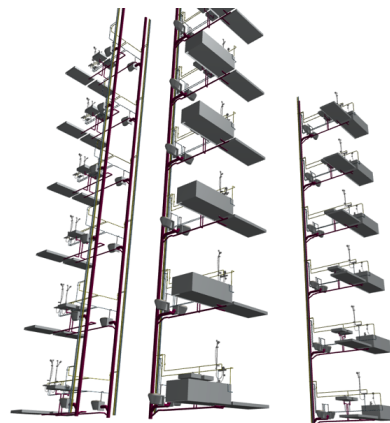
ARQTEAM 

1



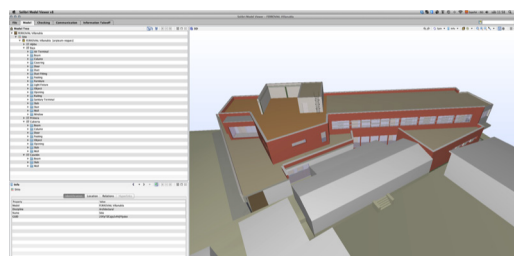
Fuente : ARQTEAM

2



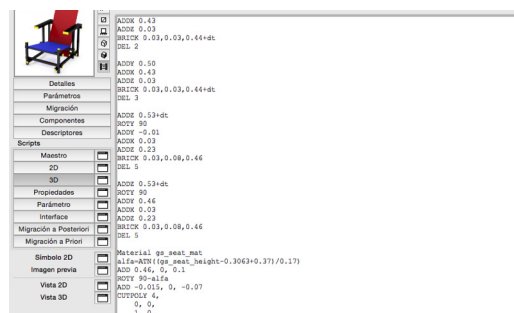
Fuente : ARQTEAM

3



Fuente : ARQTEAM

4



Fuente : ARQTEAM

“En 2010 fundamos ARQTEAM, una red colaborativa de estudio profesionales por toda España con el fin de mejorar nuestra capacidad productiva y extender nuestra experiencia y conocimiento a otros compañeros”.

Es una pequeña empresa de 250 trabajadores , que trabajan desde diferentes localidades en España. Esta empresa logra sus objetivos a través de plataformas colaborativas como lo es el BIM . El BIM ha ofrecido grandes avances para esta empresa:

Perfiles y Personal : Invirtiendo en la formación del personal han logrado mejores perfiles y competencia profesional.

Ventajas: Al ser una pequeña empresa, emplean una menor inversión inicial y son resistentes a los cambios del mercado.

Inconvenientes: Toda la empresa debe estar enterada, mayor dependencia de los programas genera dificultad en incrementar tarifas.

Conclusiones:

- El mayor impulso del BIM ha sido a través de las pequeñas empresas.
- ARQTEAM se encuentra en 8 provincias.
- Los clientes exigen BIM, los clientes mas involucrados en los proyectos serán menos propensos a modificar cosas.

Gracias al crecimiento del BIM, esta empresa ha descubierto nuevas oportunidades laborales.

- 1- administraciones públicas
- 2- evaluación de equipos y profesionales
- 3- estudios de arquitectura, oficinas de ingeniería, empresas constructoras
- 4- desarrollo BIM para fabricantes

EMPRESA : Architecten aan de Maas
Ponencia: The final frontier?
SECTOR : Arquitectura ,Construcción, BIM
EXPOSITOR : Rafael Calis Sánchez

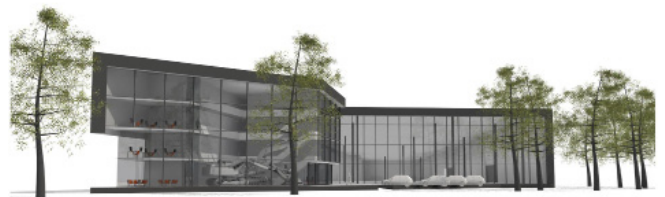
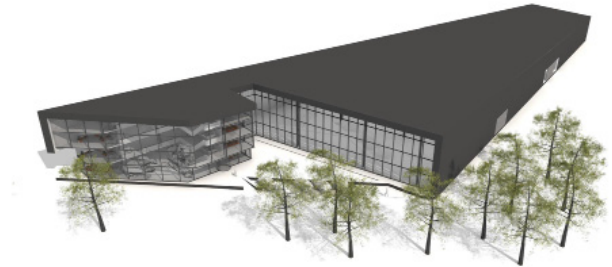


Es una empresa ofrece servicios a todos los sectores, tiene una larga historia en hospitales. Creamos una arquitectura especial para clientes especiales.

Nuestro conocimiento , la experiencia y la intuición nos lleva hacia diseños sorprendentes y nuevas ideas . Consideramos cada asignación para ser un enriquecimiento . Hemos puesto mucho esfuerzo en investigación para generar un concepto de diseño que es apropiado , con respecto a la asignación, cliente y el contexto.

Esta empresa dio los primeros pasos hacia el BIM en el 2011 utilizando Revit. Porque el BIM es tan importante? Porque al utilizar el BIM, los cambios realizados en cualquier parte del proyecto, es visible en todos lados. El objetivo del BIM es utilizarlo hasta la demolición del edificio.

La empresa ha desarrollado proyectos de diversos tipos y tamaños, ha gestionado los procesos constructivos a través del BIM. Identificado la importancia y pertinencia de esta metodología en el ámbito de la construcción.



Imágenes de algunos proyectos realizados por Architecten aan de Maas
 Fuente: www.maasarchitecten.nl/archives

6.2 - PROYECTOS BIM DESARROLLADOS

6.2.1 - ANAHEIM REGIONAL TRANSPORTATION INTERMODAL CENTER (ARTIC) ANAHEIM, CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS

EMPRESA :

HOK,
es una empresa de diseño de todo el mundo, la arquitectura, la ingeniería y el urbanismo americano. A partir de 2015, HOK es la mayor firma de arquitectura-ingeniería con sede en Estados Unidos y la segunda mayor empresa de diseño de interiores.



AÑO: 2014

Fuente : Las descripciones, imágenes y textos de este proyecto fueron recogidas del documento realizado por la AIA para otorgar el premio BIM AWARD / AIA -TAP 2014 BIM AWARDS

NUMEROS DE ARTIC:

- *Tamaño de la terminal - 67,880 pies cuadrados*
- *Tamaño de sitio - 16 acres*
- *Plazas de aparcamiento -1,082*
- *embarques diarios esperados - 10.330*
- *El número de modos de transporte - 10*
- *jinetes Metrolink anual - 540.000*
- *Visitantes del Condado de Orange Anual - 40 millones*
- *Número de puestos de trabajo creados - 5000*
- *ETFE pies cuadrados - 200.000*
- *Costo Proyectado - \$ 188 millones (en dólares de EE.UU.)*

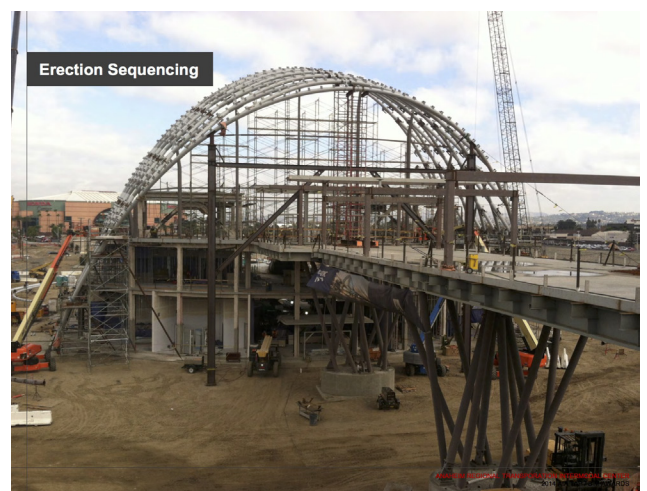
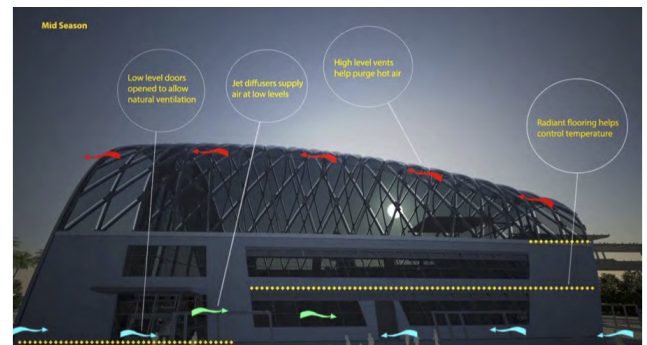
El equipo utilizó BIM para desarrollar la compleja forma, la geometría y funciones de ARTIC. BIM ayudó al equipo a navegar los sistemas de construcción y estudiar las tolerancias del edificio y el desempeño ambiental.



Fuente : HOK / www.hok.com/



Fuente : AIA -TAP 2014 BIM AWARDS



Fuente : AIA -TAP 2014 BIM AWARDS

Palabras de los Arquitectos

El uso de BIM fue crucial para comunicar con claridad este diseño icónico de los clientes, el público, y ayudar al equipo del proyecto en el desarrollo de la forma compleja, geometría y función en realidad.

Utilizando **Revit, Rhino y CATIA** como el software principal, junto con **Navisworks** para la detección de conflictos pre-construcción, el equipo del proyecto fue capaz de producir modelos de estudio, impresos 3D, analizar el tráfico peatonal y vehicular para garantizar camino seguro de viaje, confirmar estrategias sostenibles para lograr certificación LEED platino, así como la entrega de documentos coordinados en una línea de tiempo comprimido y mantener la intención del diseño bien en la construcción. **El mayor beneficio de la utilización de BIM en el proyecto ARTIC es la eficiencia de la coordinación lograda durante el diseño y la construcción.**

Palabras de los Ingenieros

Modelo BIM fue muy significativo para el contratista general y nuestra comunidad subcontratación. Los diferentes estilos y requerimientos de diseño no se puede construir sin el análisis BIM y modelo.

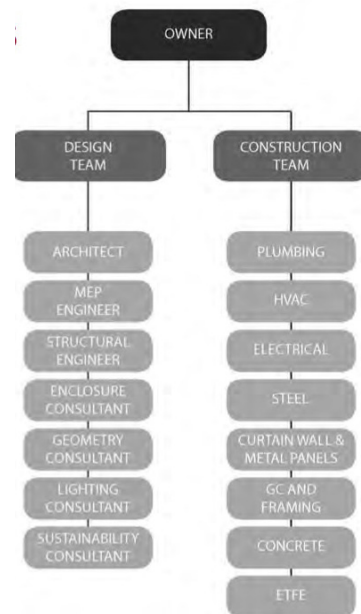
Debido a la complejidad del proyecto utilizando dimensiones geomalla, sería imposible coordinar lugares sin un modelo. La fabricación del acero estructural fue diseñado con curvas compuestas complejas y el único medio para fabricar este material es mediante el uso de un modelo. Una vez fabricado el único medio para erigir con las tolerancias era mediante el uso de las geopuntos. El modelo ya construido es la única manera de realizar esta tarea.

Palabras de los Propietarios

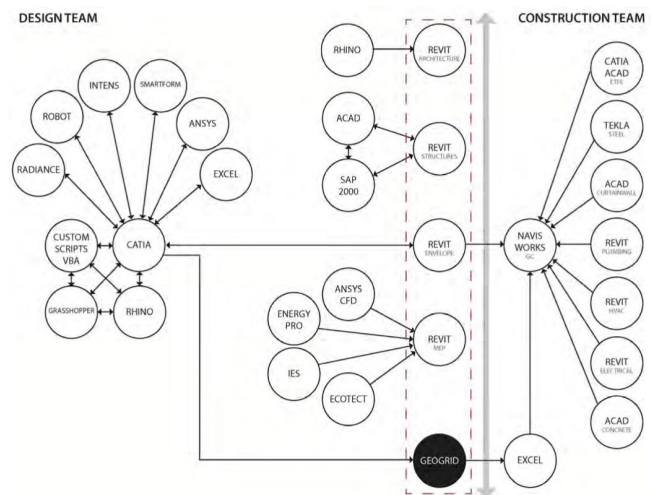
Building Information Modeling (BIM) para ARCTIC, por primera vez en la ciudad, permite que la Ciudad cuenta con información detallada de la instalación, como nunca antes. ARCTIC sirve como línea de base para la futura evaluación comparativa.

Aunque no todos los documentos de construcción tradicionales se produjeron utilizando BIM, la experiencia será informar a futuros proyectos en los criterios y normas de diseño de grabación, la alimentación de las especificaciones futuras, las estimaciones cantidad / costo y secuenciación / programación.

ROLES DEL PROYECTO



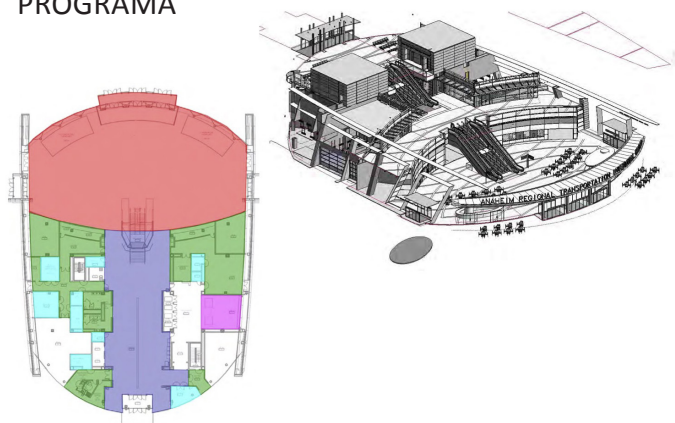
INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN



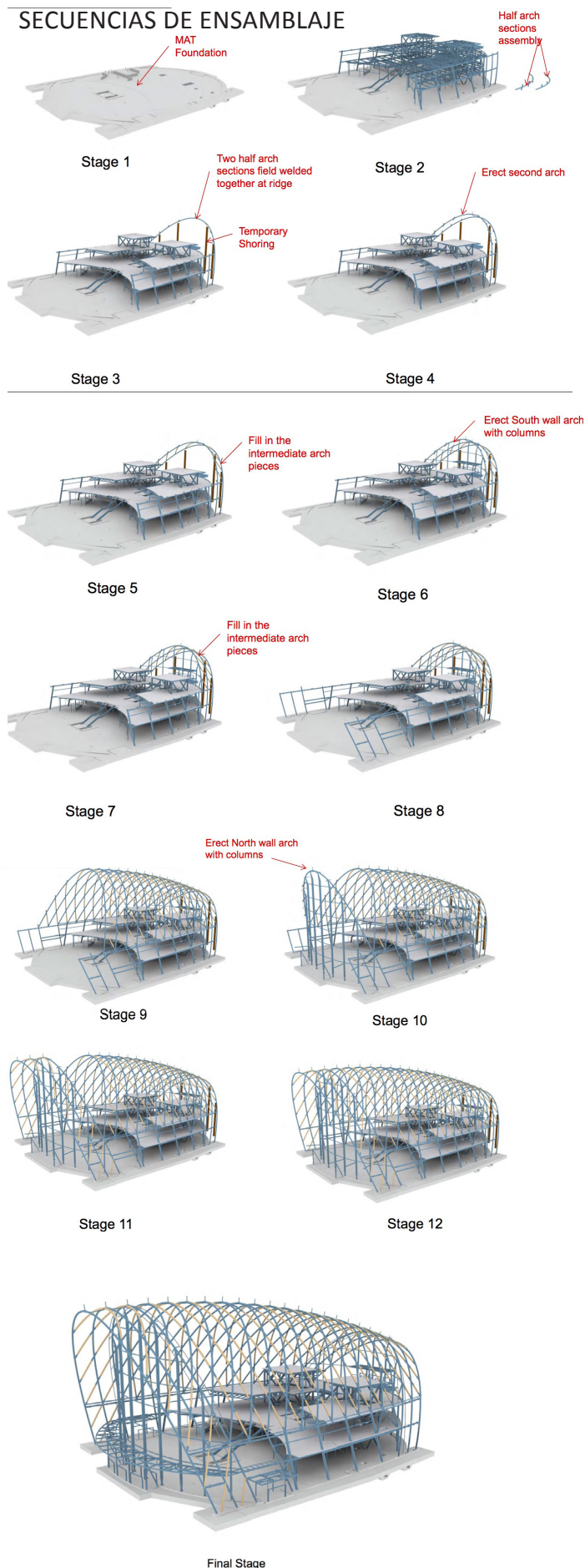
Fuente : AIA -TAP 2014 BIM AWARDS

La información del modelo es útil para efectos de presentación visuales. El equipo de construcción empleada Diseño y Construcción Virtual con BIM para la secuenciación de la construcción, de pedido y la entrega justo a tiempo, y otras cuestiones de programación.

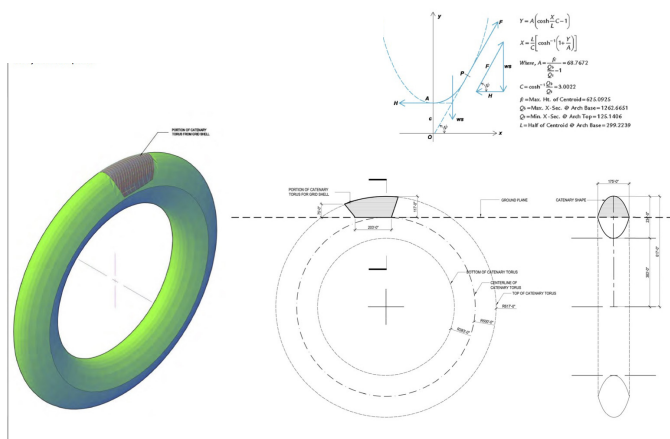
PROGRAMA



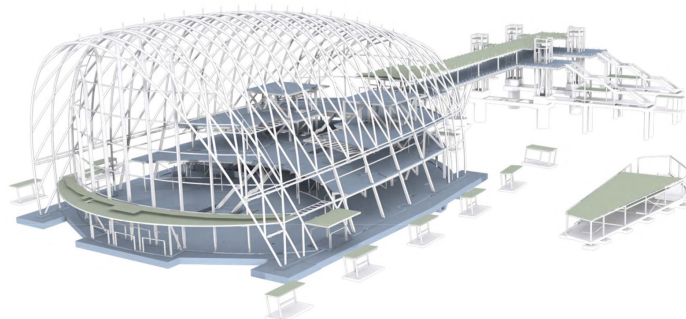
SECUENCIAS DE ENSAMBLAJE



INGENIERIA ESTRUCTURAL



INGENIERIA ESTRUCTURAL

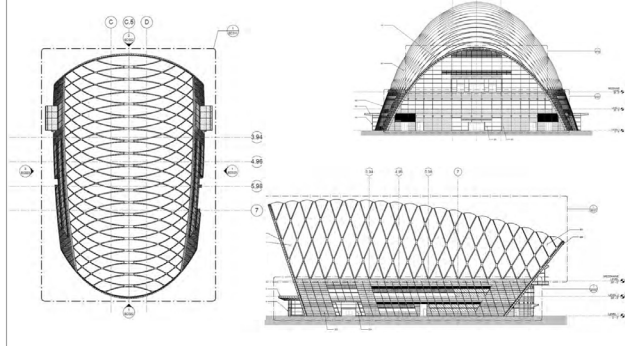


Connection detail at Shell ridge



Connection detail at End wall column base

DOCUMENTACIÓN - PLANIMETRIA



Responsabilidades BIM

Arquitecto: autores modelo de diseño para la coordinación

Ingeniero Estructural: autores modelo de diseño; Comentarios modelo de coordinación

MEP: Ingeniero modelo autores diseño; Comentarios modelo de coordinación

Ingeniero Adjunto: autores modelo diseño y modelo de geometría; opiniones modelo de coordinación
encargado de la construcción: gestiona la coordinación BIM; basado modelo realiza la estimación

Subcontratista Fontanería: autores coordinación y modelo de fabricación

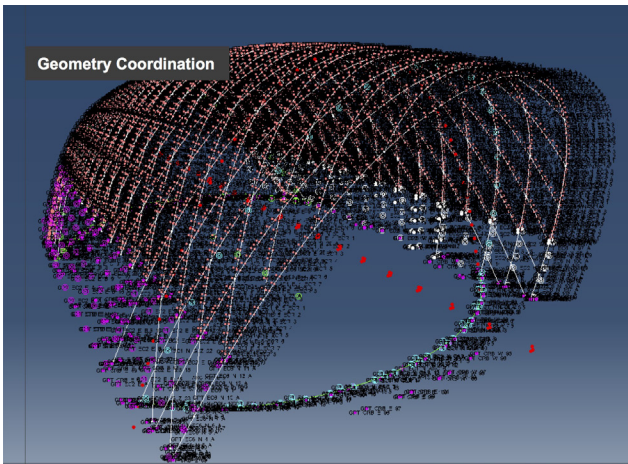
HVAC Subcontratista: autores coordinación y modelo de fabricación

Subcontratista eléctrica: autores coordinación y modelo de fabricación

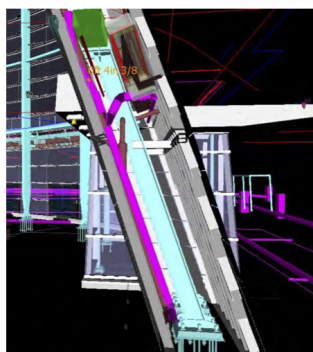
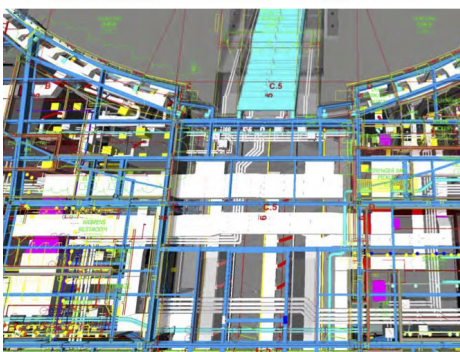
Subcontratista Acero: autores coordinación y modelo de fabricación

Muro cortina y Subcontratista Paneles de Metal: autores coordinación y modelo de fabricación

Subcontratista Hormigón: autores coordinación y modelo de fabricación



MODELO VIRTUAL DE CONSTRUCCIÓN



6.2.3 - MUSEO DE NATURALEZA Y CIENCIA PEROT. DALLAS, TEXAS, ESTADOS UNIDOS

EMPRESA : Thom Mayne , Talley Associates,
Balfour Beatty Construction

AÑO: 2013

Fuente : Las descripciones, imagenes y textos de este proyecto fueron recogidas del documento realizado por la AIA para otorgar el premio BIM AWARD / AIA -TAP 2014

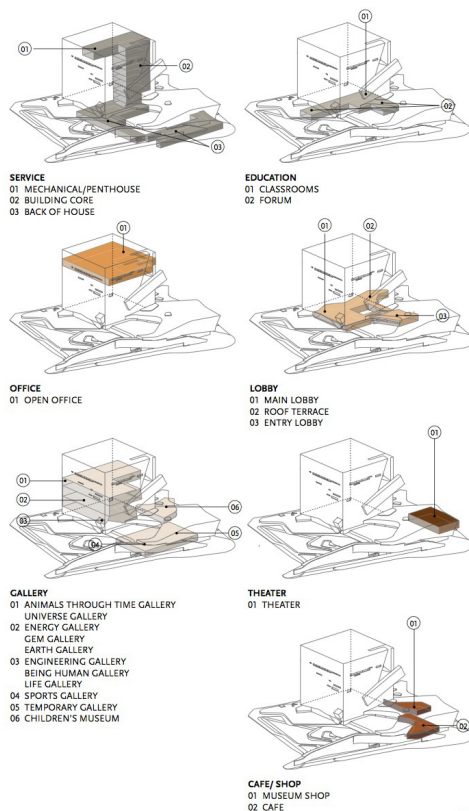
Palabras del Cliente

La extensa utilización de BIM en las fases de diseño del arquitecto , ingenieros, y el contratista dio lugar a una coordinación más completa entre los sistemas de construcción así como también control más preciso de las cantidades de materiales y precios. Esto continuó durante las fases de fabricación y construcción integrados.

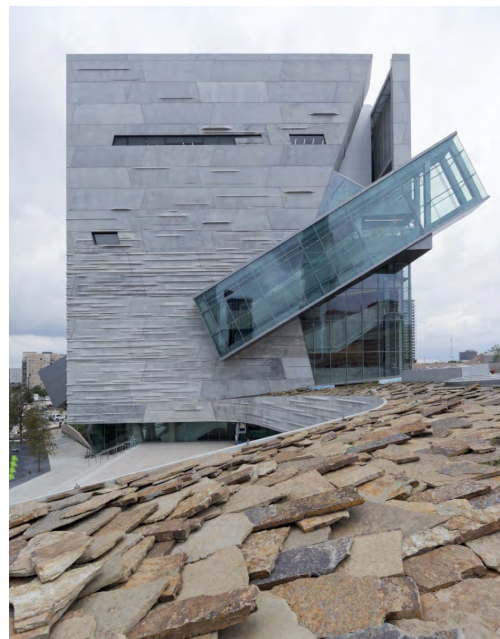
BIM no solo se utilizó para detectar errores sino también como parte integral en la producción planimétrica reduciendo el tiempo de revisiones y aumentando el control de la calidad. La utilización del BIM también asistió en el desarrollo de varias técnicas innovadoras de construcción, para las complejas geometrías del proyecto; La fachada de concreto, el techo del lobby principal y del teatro.

Fuente : TODAS LAS IMAGENES DE ESTA PÁGINA -
AIA -TAP 2014 BIM AWARDS

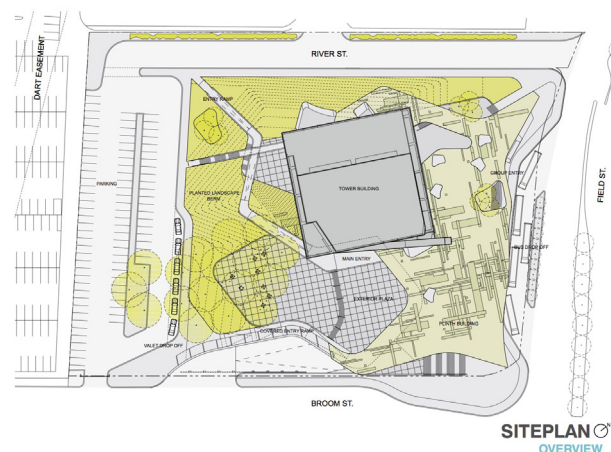
ESQUEMA GENERAL



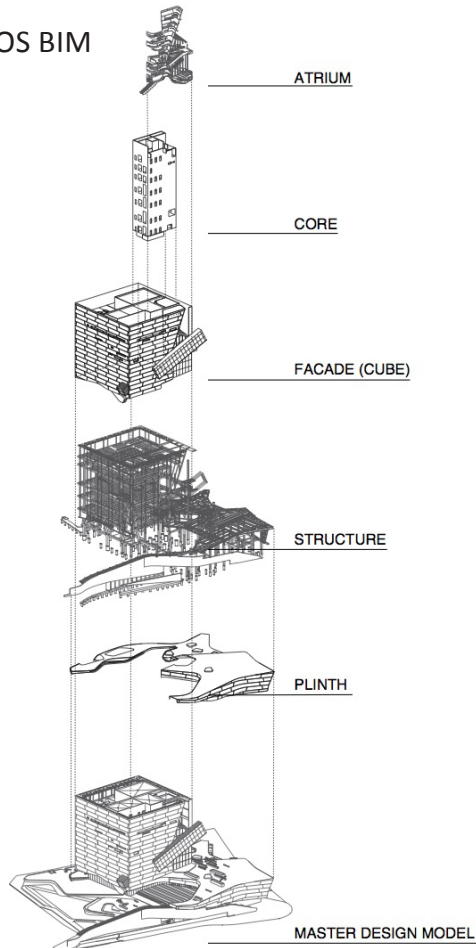
OVERVIEW



SITE PLAN



MODELOS BIM



Palabras del Contratista

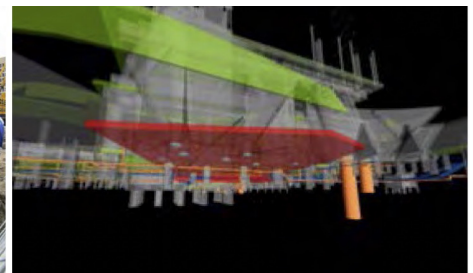
Se convirtió en algo “natural” el resolver cualquier inconveniente con el modelo 3D, lo que permitió ahorrar tiempo y dinero en el proyecto. Produciendo un edificio de alta calidad.

Palabras del Arquitecto

El museo PEROT, sirvió como proveedor para nuestro despacho de una oportunidad para desarrollar a través del BIM un proyecto integral y de avanzada tecnología. La inversión colectiva para trabajar de manera colaborativa, permitió a los diferentes equipos trabajar en conjunto para analizar el ciclo de vida del edificio. La inversión compartida en BIM entre los diferentes agentes permitieron realizar la plataforma necesaria para entregar un proyecto en presupuesto y adelantado en tiempo.

Retorno de la Inversión

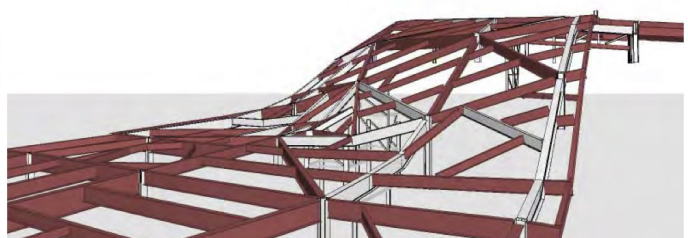
- Permitió evitar 8 semanas de retraso en la programación de la construcción.
- Evitar todos los retrasos potenciales en la construcción
- Evitar cualquier ajuste in-situ de los elementos prefabricados de acero.
- El montaje de la estructura de acero se adelantó una semana con relación a la programación de la construcción.
- La fachada prefabricada de hormigón hecha a la medida se diseñó y se entregó en el tiempo esperado, ajustada al presupuesto estimado.



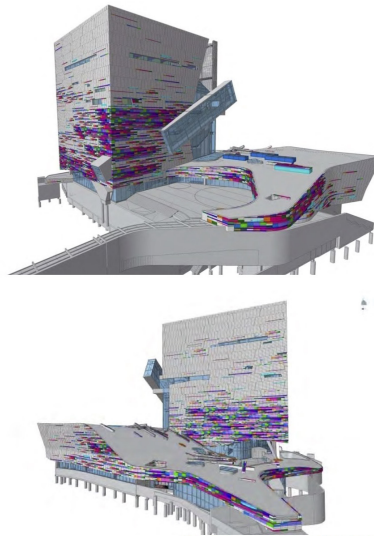
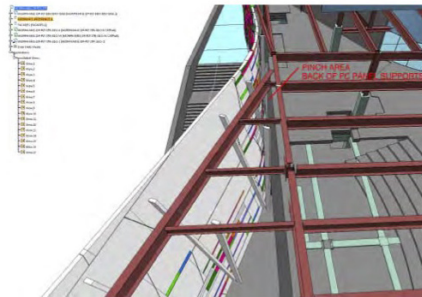
COORDINACIÓN CONSTRUCCIÓN



MODELO Y CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DESEADOS “AS BUILT”



DESPIECE DE LA FACHADA

**Retorno de la Inversión**

- Planificación de los procesos constructivos permitió la instalación de los paneles prefabricados sin ningún incidente de seguridad.

- Evitar el aumento de 3 meses en la programación de la obra.

- Evitar todas las horas de trabajo y costos asociados con la revisión de la ingeniería y planimetría del proyecto.

- Reducción de 70 días de actividad a 1 día de ejecución.

- Programar y evitar cualquier riesgo a la seguridad del proyecto y los operarios.

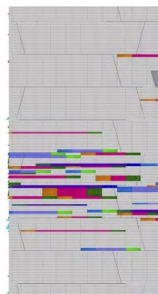
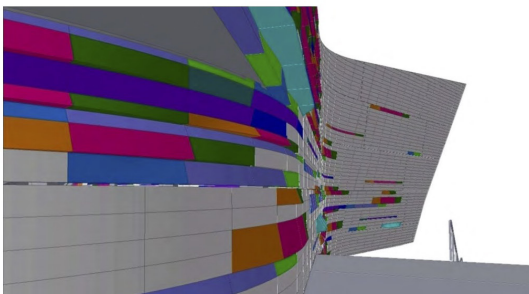
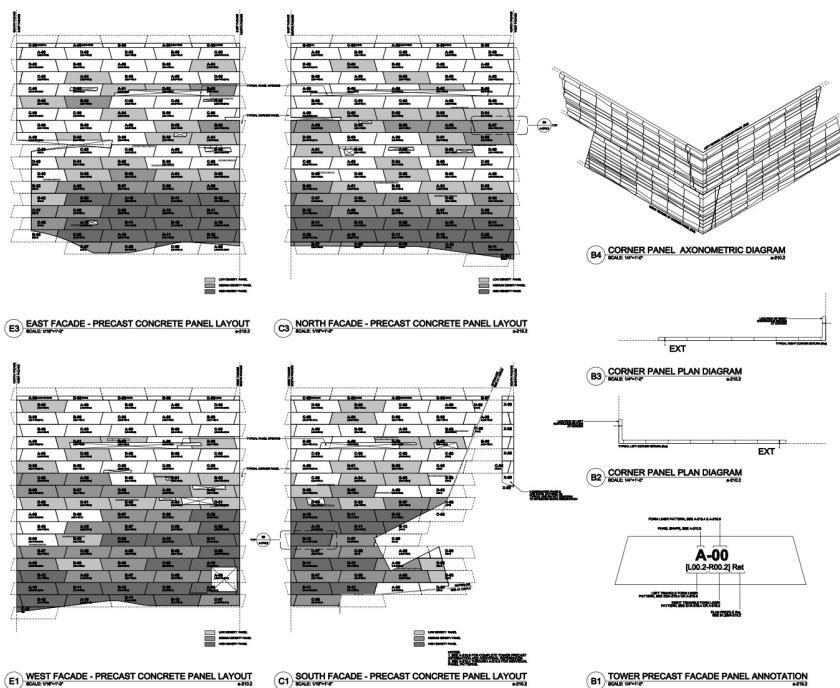
- Prefabricados se instaló como fue diseñado.

- Envolvente del edificio se secó en la secuencia deseada, permitiendo operaciones de drenaje.

- Trabajo Interior procedieron según lo previsto.

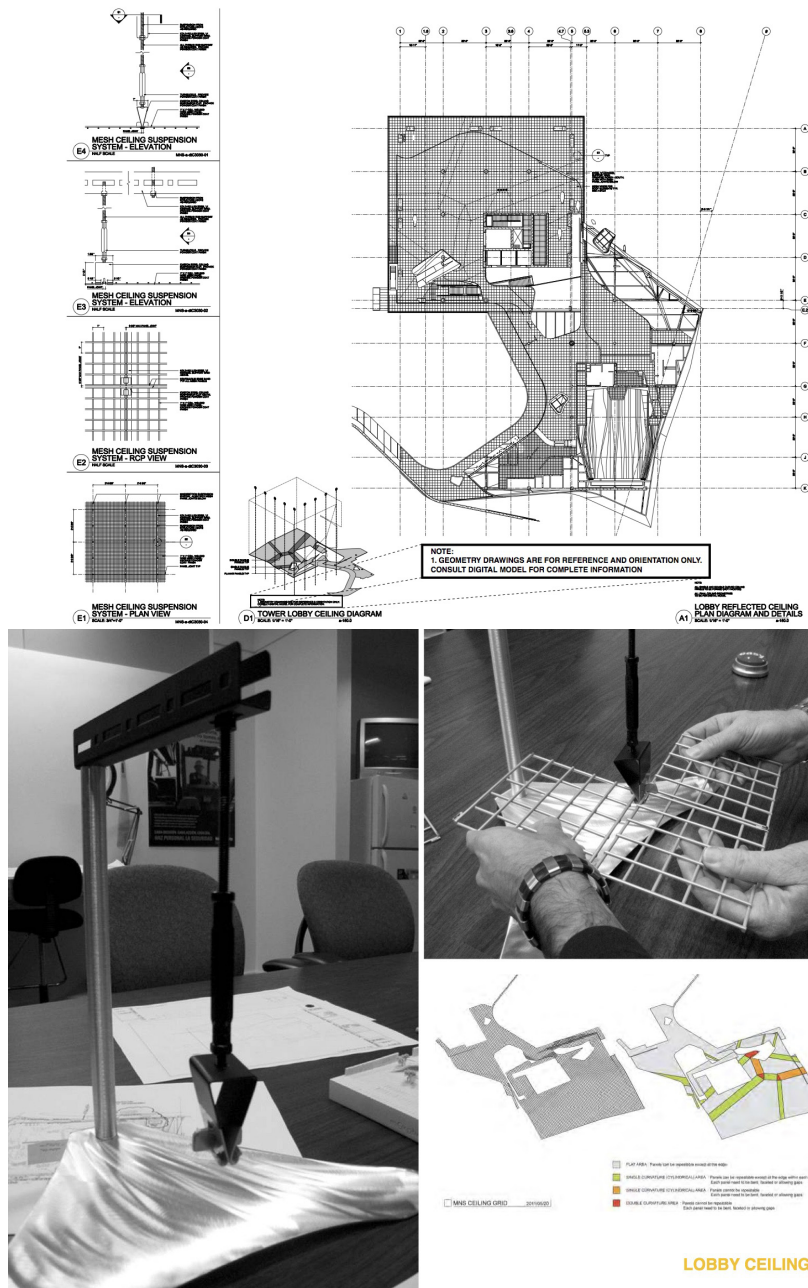
- Los trabajos de expositores se inició antes de lo previsto.

- Contribución para lograr pronta terminación y apertura temprana.



Fuente : TODAS LAS IMAGENES DE ESTA PÁGINA
- AIA -TAP 2014 BIM AWARDS

PLANIMETRIA Y COORDINACIÓN FALSOS TECHOS



Responsabilidades BIM

Un modelo comprensivo de BIM se mantuvo durante los procesos de construcción y diseño. El modelo fue utilizado para la visualización y validación, coordinación de intercambios, prototipo virtual, estimación de costes y programación de inicio de los trabajos, construcción en 4D con las actividades secuenciadas en cuento a la fabricación de elementos.

Autores de Modelos

Arquitecto
Ingeniero Estructural
Ingeniero de Instalaciones
Consultor de Fachada
Contratista del Acero
Contratista de Instalaciones
Contratista del encofrado arquitectónico
Contratista acristalamiento exterior
Contratista de particiones interiores

Coordinadores y Revisión de Modelos

Arquitecto
Ingeniero Estructural
Ingeniero de Instalaciones
Contratista General
Propietario



PROYECTO COMPLETADO



6.2.4 - CIUDAD DE LA JUSTICIA DE CÓRDOBA CÓRDOBA, ESPAÑA

EMPRESA : Miguelangel Gea Andrés
Miguelangel Gea & Arquitectos,
Director General de Total BIM Consulting. Sevilla, España

AÑO: 2017

Fuente : Las descripciones, imágenes y textos de este proyecto fueron recogidas de la revista Spanish BIM Journal 15/01 de Building Smart España.

La Administración quiso utilizar este proyecto como primera experiencia piloto de tecnología BIM, y que, el contrato del servicio BIM, tuviese como “objeto la realización de un modelo de información del edificio (BIM: Building Information Modeling) de la Ciudad de la Justicia de Córdoba de acuerdo con el Proyecto de Ejecución Base que la Administración facilita y las condiciones que se establecen”, encomendando modelar y auditar virtualmente el edificio judicial en su fase de proyecto previa a su construcción. Con tal fin convocó un concurso público que adjudicó a la firma Miguelangel Gea & Arquitectos S.L.P.



Fuente : Diario de Cordoba.



Fuente : Diario de Cordoba.

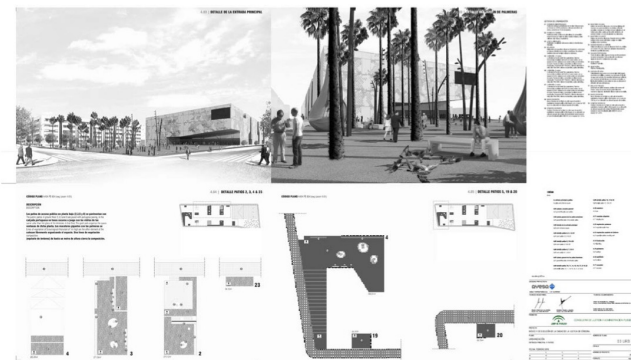


Figura 2. Póster explicativo

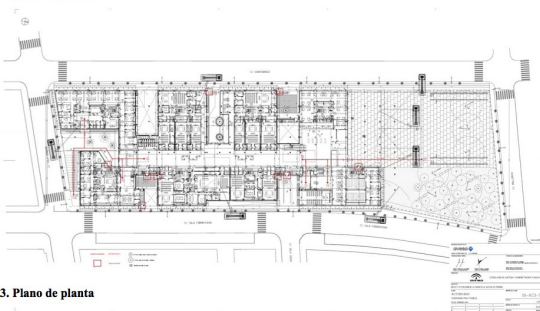


Figura 3. Plano de planta



Fuente : Diario de Cordoba.



Fuente : Diario de Cordoba.

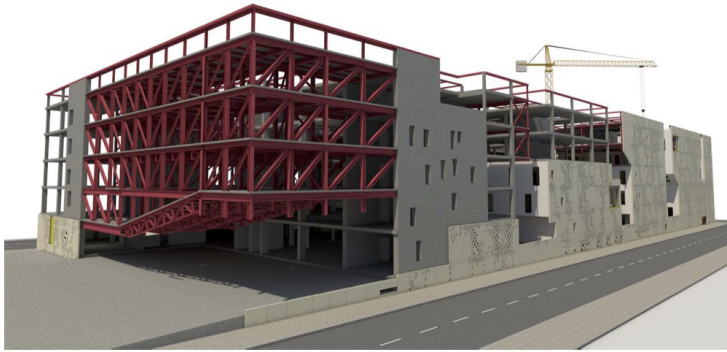


Figura 4. Perspectiva general



Figura 6. Modelado con Allplan 2014

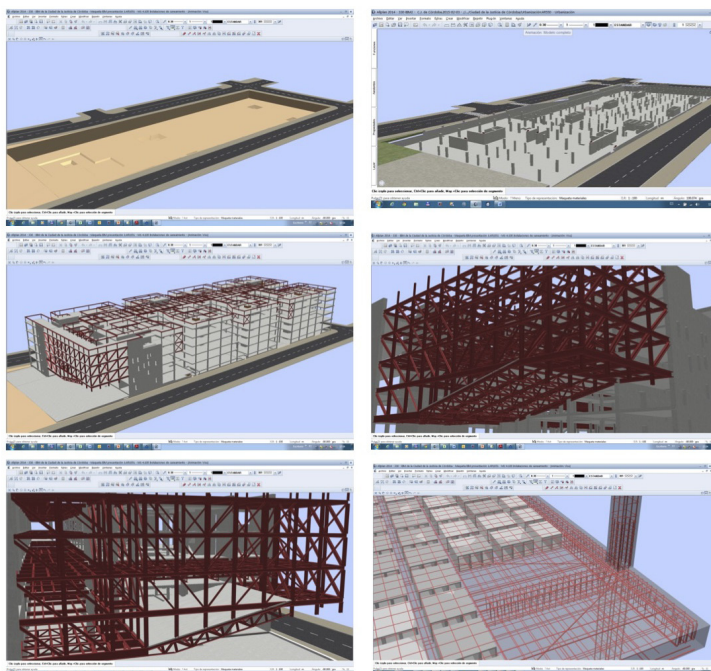


Figura 7. Fases de la modelización

Los objetivos que persigue la Administración son los siguientes:

- Obtener las ventajas que proporciona la tecnología BIM para el control de la ejecución del edificio en su fase de proyecto:
 - Coordinación de documentación de proyecto.
 - Detección de interferencias entre disciplinas.
 - Rectificaciones y aclaraciones de proyecto pre-vías al inicio de la construcción.
 - Consultas y cálculos.
 - Planificación 4D/Secuencias de Construcción.

FASES DEL SERVICIO BIM

El objetivo de la Administración es que el modelo se utilice de la manera más completa posible y que su uso abarque el ciclo de vida del edificio, dividiéndolo en tres fases: fase de proyecto, con la realización del modelo en base al Proyecto de Ejecución Base (PEB) y Proyecto de Ejecución Definitivo (PED); fase de construcción, para actualizar el modelo de proyecto conforme a lo ejecutado en obra (As-built) y fase de gestión y mantenimiento de las instalaciones (BIM-6D).

METODOLOGÍA DESARROLLADA: MODELOS, ARCHIVOS, LAYERS, PROCEDIMIENTO.

La documentación del Proyecto de Ejecución Definitivo (PED), para realizar el modelo, se recibió completa en formato DWG y PDF en soporte digital.

Se estudió la estructura original de layers y contenidos de esta documentación, para así decidir la organización más adecuada de estructura de conjuntos, archivos y layers del BIM, preparar los asistentes de los elementos constructivos e instalaciones y el catálogo, con códigos y atributos de cada elemento que componen las partidas de medición, para asignarlos a los asistentes que utilizará el equipo, en su trabajo en la red del servidor.

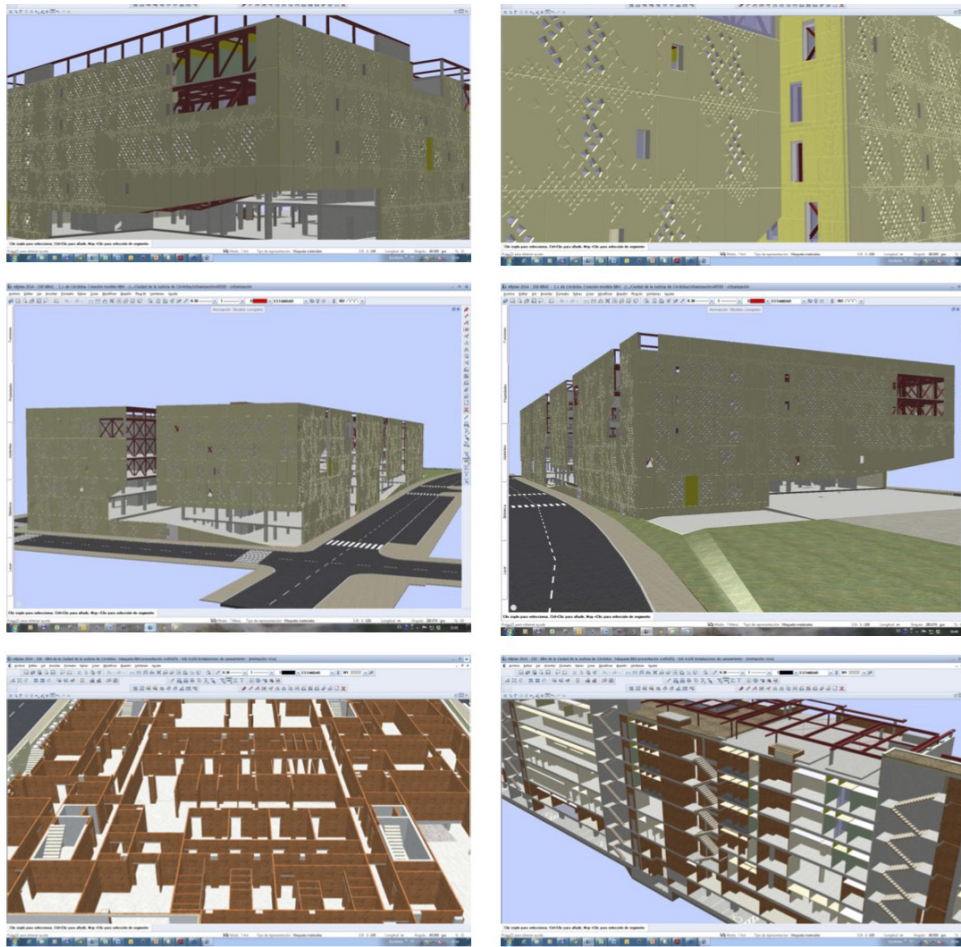


Figura 8. Fachadas y particiones

Así puede trabajar, un equipo multidisciplinar, deslocalizado, con uniformidad en el resultado, controlando todo el proceso, mediante permisos de acceso a diferentes campos del modelo.

Los planos de plantas, secciones y alzados del PED, aportados en formato DWG, se han convertido al formato propio de Allplan, constituyendo la base del proceso de modelado tridimensional, consiguiendo así unas geometrías precisas, conformes con el proyecto original.

Aplicando las herramientas que ofrece el programa, se ha creado una estructura jerárquica de archivos para los elementos constructivos que, combinada con la estructura de layers, según las necesidades, permiten ordenar los contenidos del modelo y mostrarlos de la forma necesaria, en cada momento y fase del proceso.

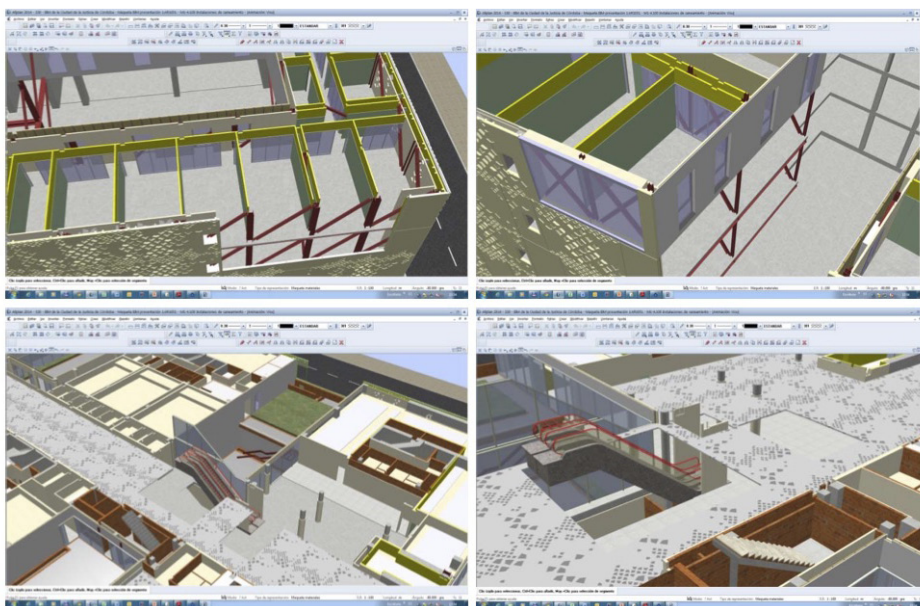


Figura 9. Otras particiones y falsos techos

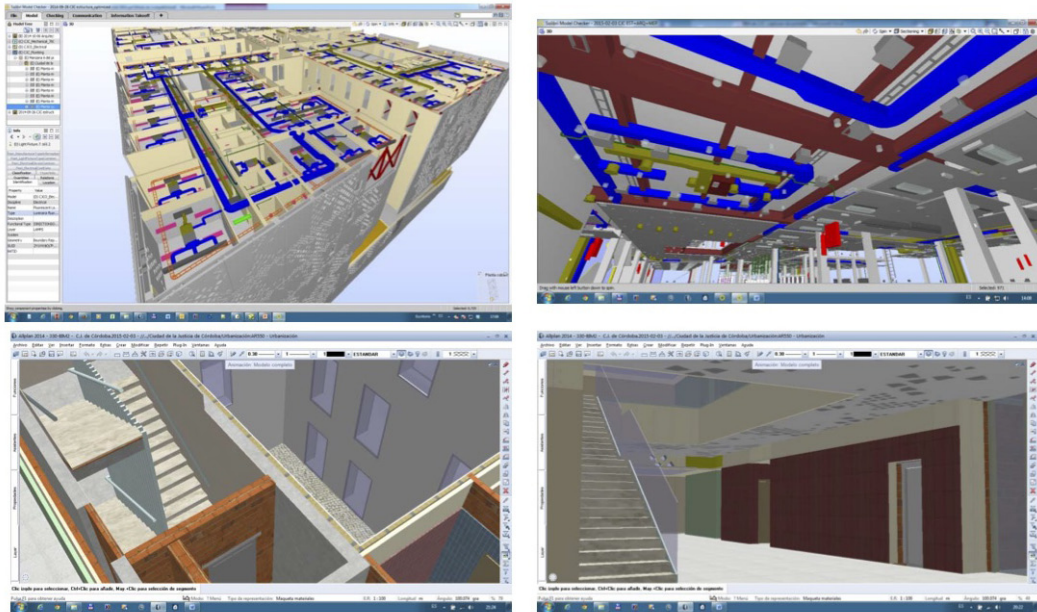


Figura 10. Instalaciones y acabados

Hacer el modelado BIM del edificio, equivale a realizar la construcción virtual del mismo, reproduciendo su secuencia constructiva, detectando los posibles conflictos.

Con la estructura establecida de archivos y layers, se obtiene visualmente la información que se desee del modelo: el modelo completo, cada planta, solo estructura, solo pilares, todo las MEP, parte de ellas, alguna concreta, etc.

La secuencia del modelado BIM ha sido la misma que la secuencia constructiva de ejecución real del edificio. Primero se ha realizado la excavación, en las dos fases establecidas, luego la losa de cimentación y muros de contención por batches. Posteriormente se ha modelado la estructura completa del edificio, formada por cuatro módulos: M1, M2, M3 y M4, separados por las juntas entre estructuras. Al realizarlo, se han detectado unas incidencias derivadas de los contenidos de los planos de estructura del PED, que se han documentado doblemente, por escrito y en los planos del PED, requiriéndose decisiones del Proyectista para subsanar el modelo BIM de estructura.

Al terminar el modelado total del edificio, se han podido obtener del modelo los listados de todas las partidas de las mediciones, con los que, mediante el enlace bidireccional con Presto, obtenemos el documento de mediciones y presupuesto que se utiliza en la gestión de la obra.

Las partidas quedan automáticamente localizadas en su módulo, planta y local. Con estas mediciones y presupuesto en Presto se realizan las certificaciones, generándose los modelos BIM correspondientes a cada certificación debido a su relación bidireccional con Allplan.

Con estas mediciones y presupuesto en Presto se realizan las certificaciones, generándose los modelos BIM correspondientes a cada certificación debido a su relación bidireccional con Allplan.

COMENTARIO FINAL

El progreso y evolución que presenta el BIM en los pasados 5 años alrededor del mundo, demuestra que los profesionales relacionados con el mundo de la arquitectura, ingeniería y construcción tienen la preocupación por convertir el sector en un entorno eficiente e innovador.

Esto repercute directamente en los procesos constructivos. El BIM impulsa a adecuar los procesos constructivos a lineamientos organizativos y estándares que promueven una calidad sobre los métodos convencionales. Para muchos profesionales abandonar la metodología de trabajo que han establecidos en sus despachos personales, implica una incertidumbre y un cambio significativo en la forma de trabajo. La adopción de esta metodología representa nuevas formas de proyectar arquitectura y de gestionar las actividades relacionadas con los proyectos constructivos.

El BIM no solo mejora la utilización y el completo potencial, que ofrecen los software y herramientas para visualización de la arquitectura. Sino que implica una reestructuración en la metodología aplicada, ofreciendo nuevas formas para trabajar los modelos 3D, con alto nivel de información y de detalles sobre el proyecto.

Los beneficios que muestra el BIM hacia la construcción y los indicadores de calidad, se manifiestan a través de la aplicación de los estándares al momento de proyectar. No se genera un modelo 3D solo para visualizar y contemplar una maqueta digital. El 3D que se genera bajo los lineamientos del BIM ofreciendo un sin número de cualidades, y colaboraciones. Solo por mencionar algunas:

Calidad en la construcción:

Con relación a los procesos de diseños;

- Modelo 3D compartido donde todas las partes puedan agregar información y añadir valor al proceso de creación.
- Trabajo colaborativo y mejor comprensión de las fases del proyecto.
- Identificación de responsabilidades, permitiendo una mejor calidad en la producción de la información

- Poder compartir la información de manera rápida a través de plataformas tecnológicas, sin necesidad de trasladarse.

Con relación a la visualización digital;

- Elementos con un alto nivel de detalle, proporcionando información de todos los aspectos relevantes para el proyecto.
- Detectar irregularidades en fases de ejecución.
- Identificar conflictos en las instalaciones en tiempo real.
- Hacer pruebas de rendimiento energético y capacidad de los materiales del proyecto.
- Una programación precisa de todas las fases del proyecto.

Nuevos perfiles profesionales:

El BIM representa nuevas oportunidades laborales, y nuevos enfoques en la preparación profesional. Los distintos recursos que utiliza el BIM, requiere de personas capacitadas y con habilidades en las plataformas digitales, dispuestas a la innovación de los procesos para manejar de manera integra un proyecto BIM. Dentro de proyectos de gran imbergadura ya existen profesionales, cuya función primordial es gestionar el proyecto y todos los procesos a través del BIM:

BIM Consultant: Estos profesionales, ofrecen a las empresas las soluciones BIM que mejor respuesta dan a su practica empresarial.

BIM Manager: Este perfil pertenece a los profesionales que gestionan todas las partidas del proyecto y las fases de los procesos a través del BIM. Teniendo el alcance a todos los modelos que se generan en el proyecto, gestionando la información producida.

BIM Developer: Es la persona que ejecuta BIM en el despacho, no solo un delineante, es una persona con la capacidad de entender el correcto uso de la metodología y aplicarlo a los proyectos de manera optima.

Otras aplicaciones:

Algunos profesionales han hecho su acercamiento a BIM, ofreciendo su trabajo como desarrolladores para otras empresas. Como por ejemplo, en empresas de mobiliarios, elementos prefabricados, etc. Agentes que se dedican a la exclusiva tarea de modelar con alto nivel de detalles elementos del modelo, para que luego estos formen parte de la base de datos del proyecto. Ej.: mobiliario, luminarias, tuberías para instalaciones, elementos estructurales, etc.

El cambio es una realidad y para mejorar la práctica de la industria AIC, y recibir mayores beneficios como profesionales, hay que aplicarlo. Las grandes empresas de la construcción, a nivel mundial han adoptado esta metodología. El reto está en promoverlo dentro de las pequeñas empresas y las economías emergentes. Donde se puede reestructurar la producción y ejecución de los procesos constructivos, abogando por un mejor rendimiento de la tecnología y promoviendo la innovación hacia la construcción.

REFERENCIAS

LIBROS

La gestión del proceso de edificación. Del croquis a la ejecución . Gavin Tunstall 2009. Edición original Managing the Building Design Process 2000,2006.

Métodos de Planificación y Control de Obras (Del diagrama de barras al BIM) Aldo D. Mattos ,Fernando Valderrama 2014.

Building Information Modeling (BIM in current and future practice) Karen M. Kensek And Douglas E. Noble (Foreword by Chuck Eastman) 2014.

BIM and Construction Management (Proven tolols, methods, and workflows) Brad Hardin (Foreword by Eddy Krygiel) 2009.

BIM Handbook - A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers engineers and constructors Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. Second Edition 2012.

Impacto de BIM en el proceso constructivo español. Begoña Fuentes Giner. Cuadernos EUBIM 2014

Bim and Integrated Design. Strategies for Architectural Practice. Randy Deutsch, AIA, LEED-AP (2011).

ARTICULOS Y PUBLICACIONES

Definir BIM Model, Representación y Vista. Eloi Coloma. Primera edición, marzo 2006 Publicado por Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica I Secció de Geometria Descriptiva .ETSAB, UPC.

Introducción a la Tecnología BIM . Eloi Coloma. Primera edición, octubre 2008 Publicado por Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica I Secció de Geometria Descriptiva .ETSAB, UPC.

Soy BIM Manager como puedo ayudarle? Smart City Expo. World Congress, Noviembre 2014. SIMBIM (tm), Archicad España, Solibri Iberia, Universidad Politécnica de Cataluña - CPSV.

Artículo Ingeniería Sin Fronteras en el marco del Programa de Afiliados de la Construcción. El contenido pertenece a la publicación Tecnologías y Materiales de Construcción Para el Desarrollo (Cladera, A., Etxeberria, M., Schiess, I., Pérez, A.).www.construmatika.com

Spanish Journal of BIM. Building Smart 15/01. Building Smart, Spanish home of BIM.

Spanish Journal of BIM. Building Smart 14/01. Building Smart, Spanish home of BIM.

Integrated Project Delivery. Mc Graw Hill Construction 2009.

(En línea) www.iso.org ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries

AIA American Institute of Architects, AIA California Council. Version 1, Integrated Project Delivery: A Guide 2007.

The Business Value of BIM. Getting Building Information Modeling to the bottom line. McGrawHill Construction, 2009

The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets. McGrawHill Construction, 2014

A proposed approach to comparing the BIM maturity of countries. Mohamad Kassem, Bilal Succar, Nashwan Dawood. Conference Paper – October 2013 proceedings of the Proceedings of the CIB W78 2013: 30th International Conference –Beijing, China, 9-12 October.

A competency Knowledge-base for BIM learning. Bilal Succar , Willy Sher. Conference Paper- November 2013 Australasian Universities Building Education (AUBEA2013), Auckland, New Zealand, November 20-22, 2013

Building Information Modelling: Protocols for collaborative design processes. Mohamad Kassem. Electric Journal of information technology in construction. August 2014. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. Article in Automation in Construction, May 2015

Bim education, Bim in practice. Bilal Succar, Jim Plume (2012). Chapter

Measuring Bim Performance: Five Metrics. Bilal Succar, Willy Sher . March 2012. Article in Architectural Engineering and Design Management.

Construction workspace management: the development and application of a novel nD planning approach and tool. Mohamad Kassem . August 2012. Article in Electronic Journal of Information technology in construction. August 2014.

PAGINAS WEB

www.google.com/es
www.researchgate.net
www.scholar.google.es
www.dialnet.com
www.library.columbia.edu/locations/avery/avery-index.html
www.nationalbimlibrary.com
www.bim.natspec.org/index.php/research-development/bim-r-d-projects/11-bim-documents/54-rd-
www.buildingsmart.org
www.nationalbimlibrary.com
www.bimexcellence.com
www.bimframework.info
www.changeagents.com.au
www.codebim.com
www.library.stanford.edu/subjects/architecture
www.ascelibrary.org
www2.buildinggreen.com/ebooks.cambridge.org/search_results.jsf?searchType=quick&resultView=book&flag=filter&termNum=1&isbn=&option=removeTerm
<http://wokinfo.com>
www.practicaintegrada.com
www.creativecommons.org
www.construction.com
www.bimthinkspace.com/2015/03/episodes-published-in-spanish.html
www.whataarchitecture.com
www.construmatica.com
www.iso.org
www.aia.org/tap

TESIS

Tesis de Especialidad

Estudi del potencial de la tecnologia BIM i la seva implementació dins l'àmbit de la construcció. Francesc Xavier Echegaray Jaile, Maig 2014. Escola de Camins, Canals i Ports. Universitat Politècnica de Catalunya UPC- Barcelonatech

Tesis de Fin de Master

Estudio comparativo de los sistemas de gestión de obras en empresas del sector de la construcción. Javier Martínez Sánchez, Junio 2012. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puentes. UPC- Barcelonatech

